



VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA  
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA APLIKOVANÉ INFORMATIKY

Trojrozměrné modely a jejich vizualizace

Three-dimensional Models and their Visualization

Student:	Jana Hověžáková
Vedoucí bakalářské práce:	Mgr. Martin Skýba

Ostrava 2013

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Ekonomická fakulta  
Katedra aplikované informatiky

## Zadání bakalářské práce

Student: **Jana Hověžáková**  
Studijní program: B6209 Systémové inženýrství a informatika  
Studijní obor: 6209R001 Aplikovaná informatika  
Téma: Trojrozměrné modely a jejich vizualizace  
Three-dimensional Models and their Visualization

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
  2. Teoretická východiska pro trojrozměrné modelování
  3. Analýza současného stavu modelování a vizualizací
  4. Vytvoření modelů v programu Cinema4D
  5. Závěr
- Seznam použité literatury  
Seznam zkratk  
Prohlášení o využití výsledků bakalářské práce  
Seznam příloh  
Přílohy

Seznam doporučené odborné literatury:


ŽÁRA, J., B. BENEŠ, J. SOCHOR a P. FELKEL. *Moderní počítačová grafika*. 2. přeprac. vyd. Brno: Computer Press, 2004. ISBN 80-251-0454-0.  
KOENIGSMARCK, Arndt von. *Cinema 4D R10: Praktický výukový kurz*. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-2056-9.  
ZOCH, P., P. BABB, R. BARRET, A. GOLDSMITH a A. MATTHEW. *Cinema 4D: Release 6*. Brno: Computer Press, 2004. ISBN 80-251-0001-4.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

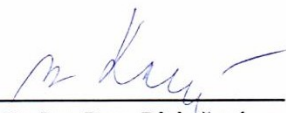
Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Martin Skýba**

Datum zadání: 23.11.2012

Datum odevzdání: 10.05.2013

  
Ing. Petr Rozehnal, Ph.D.  
vedoucí katedry



  
prof. Dr. Ing. Dana Dluhošová  
děkanka fakulty

Prohlašuji, že jsem celou práci, včetně všech příloh, vypracovala samostatně.

*Hovězková!*  
.....

Jana Hovězáková

V Ostravě dne 10. května 2013

## Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Teoretická východiska pro trojrozměrné modelování.....</b>	<b>6</b>
2.1	Základní pojmy počítačové grafiky .....	6
2.1.1	Vektorová vs. rastrová grafika.....	6
2.1.2	Barevné modely .....	8
2.2	Trojrozměrná grafika a modelování .....	13
2.2.1	Pojem modelování .....	13
2.2.2	Využití trojrozměrné grafiky .....	13
2.2.3	Křivky .....	14
2.2.4	Materiály, textury a shadery .....	17
2.2.5	Světlo a stíny.....	21
2.2.6	Stínování (shading).....	22
2.2.7	Promítání a kamera .....	24
2.2.8	Rendering a vizualizace .....	24
<b>3</b>	<b>Analýza současného stavu modelování a vizualizací.....</b>	<b>27</b>
3.1	Projekt 3D-Banka .....	27
3.1.1	Klady 3D modelů sortimentu.....	29
3.1.2	Ceny modelů nábytku .....	30
<b>4</b>	<b>Vytvoření modelů v programu Cinema 4D.....</b>	<b>31</b>
4.1	Popis funkcí programu Cinema 4D .....	31
4.2	Postup tvorby modelů .....	38
4.2.1	Modelování kancelářské židle .....	39
4.2.2	Modelování kancelářského stolu .....	47
4.3	Srovnání způsobů modelování židle a stolu .....	53
<b>5</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>54</b>

# 1 Úvod

Historický vývoj počítačů a tím i souvisejících informačních technologií vedl ke značnému rozvoji různorodých možností, nástrojů a aplikací. Uživatelé se s těmito nástroji či aplikacemi dennodenně setkávají, používají je ke své práci či k různým jiným účelům. Kdybychom se dnes podívali do doby před několika lety či dokonce pár desítek let, viděli bychom, jak značné množství aplikací bychom postrádali. Takoví programátoři, různí analytici, softwaroví architekti či grafici pracují s řadou programů, které se stále zdokonalují a bez nichž si svou práci již nedokáží představit. My se zaměříme především na práci grafiků, avšak i samotný pojem grafika má mnoho aspektů, které si musíme objasnit a upřesnit. Mnoho lidí tento pojem nezná do hloubky a běžný uživatel si jistě při první zmínce o počítačové grafice vybaví známý software, kterým je Malování. Je to však jen minimum z toho, co pojem počítačová grafika ve skutečnosti obnáší. Většina lidí, která pracuje nebo pouze tráví volný čas na počítači, se již zcela jistě někdy seznámila či pracovala s dvourozměrnou grafikou. Uživateli, který pracuje s 2D grafikou, je nabídnuta, prostřednictvím vybraného softwaru, různorodá paleta nástrojů. Prostřednictvím nich, může používat základní tvary, jako je obdélník, čtverec či kruh, může využívat mnoho barev či textur, nebo může také nakreslit profesionální obrázky za pomoci nástrojů, mezi které patří např. tužka aj. Vedle 2D grafiky máme i třetí rozměr, resp. trojrozměrné modelování, na které bude bakalářská práce zaměřena.

V bakalářské práci budou přiblíženy a objasněny pojmy, které úzce souvisí s trojrozměrným modelováním, a které jsou nezbytné pro tvorbu modelů. Ukážeme si také, že 3D grafika se vlastně až tolik neliší od 2D grafiky, co se týče nástrojů<sup>1</sup>, které vybraný software nabízí. Práce se bude snažit také poukázat na fakt, že 3D grafika a s ní související 3D modelování nemusí být až tolik složitá, jak si běžný uživatel může myslet. Je sice pravdou, že trojrozměrné modely, které vypadají opravdu realisticky, jsou vytvořeny profesionály, nebo alespoň uživateli, kteří se 3D modelováním už nějaký ten čas zabývají. Na trojrozměrné modelování však existuje široká nabídka aplikací, které jsou vybaveny jednoduchým a přehledným uživatelským rozhraním, což značně usnadňuje tvorbu trojrozměrných modelů.

Cílem mé bakalářské práce je tvorba trojrozměrných modelů pro projekt 3D-banka. Projekt bude přiblížen a popsán v samostatné kapitole, jelikož na něm bude založena značná

---

<sup>1</sup> Jedná se o trojrozměrné základní tvary jako je například krychle, koule, hranol, kužel či válec, namísto dvourozměrného čtverce či kružnice. Tyto skutečnosti budou podrobněji popsány níže u pojmu vektorová grafika.

část práce. Předmětem modelování bude kancelářský stůl a kancelářská židle, které budou modelovány odlišnými způsoby. Dalším cílem je tedy popsání a následné srovnání těchto dvou způsobů modelování. K samotné tvorbě modelů bude představen a využit software Cinema 4D od společnosti Maxon a dále bude využit plugin Vray, který výsledné modely či scény převede do dvourozměrné informace neboli do obrazové podoby. Výsledkem bude vizualizace vytvořených modelů.

## 2 Teoretická východiska pro trojrozměrné modelování

### 2.1 Základní pojmy počítačové grafiky

Než se vrhneme do samotného proudu 3D grafiky a modelování, je nezbytné se seznámit se základními pojmy a termíny, které bezpochyby s 3D grafikou souvisí. Odrazovým můstkem v definování a vymezení základních pojmů počítačové grafiky bude rozlišení vektorové a rastrové grafiky. Proč se ale vůbec zabývat těmito pojmy, které si člověk spíše spojí s 2D grafikou a u kterých se na první pohled zdá, že nejsou pro trojrozměrné modelování důležité? Dozvíme se, že 3D grafika je vlastně odvozenou oblastí vektorové grafiky, což lze zjednodušeně říci tak, že 3D grafika je svým způsobem grafikou vektorovou, ale pouze s přidaným prostorem, tzn. prostorovou osou  $z$ . Mezi základními pojmy také nesmí chybět vymezení barevných modelů.

#### 2.1.1 Vektorová vs. rastrová grafika

Vektorová a rastrová grafika se od sebe značně liší a každý typ se hodí pro jiné použití. Pro začátek můžeme zmínit to, že rastrová grafika se využívá u fotografií či maleb zato vektorová grafika najde využití u různých kreseb.

#### Rastrová grafika

Tento typ grafiky spočívá v zobrazení fotografie či obrázků, které se skládají z jednotlivých bodů, tzv. pixelů. Bodů je tolik, a pro nás neviditelných, že dohromady dokáží složit a následně zobrazit výsledný obraz. Obecně platí, že čím více bodů obraz obsahuje, tím je kvalitnější a má větší rozlišení, avšak zároveň zabere více místa na disku.

Jednotlivé body mohou být různě barevné, tyto poté dávají dohromady barevný obrázek. Nebo je obrázek složen pouze z barvy bílé a různých odstínů šedé<sup>2</sup> a výsledkem je pro nás černobílý obraz či fotografie.

Nevýhodou fotografií či maleb rastrové grafiky je fakt, že při zvětšování obrazu dochází ke snížení jeho kvality. Můžeme si to ukázat na následujícím příkladu zachyceném v Obr. 2.1, 2.2 a 2.3.

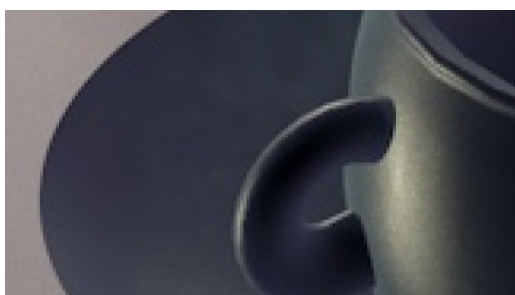
---

<sup>2</sup> V režimu stupně šedi je k dispozici 256 odstínů šedi od černé až po bílou (Pokud však počítáme s použitím 8 bitů k zápisu).

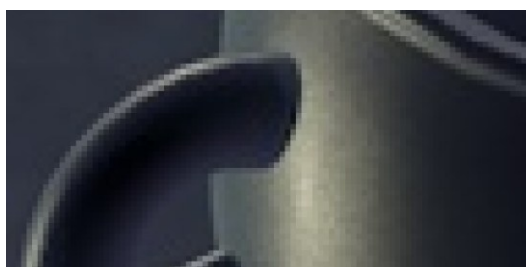




Obr. 2.1 Obrázek s 100% velikostí (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 2.2 Tentýž obrázek zvětšený na 400% – zde již vidíme rozpad obrazu (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 2.3 Obrázek zvětšený na 800% – zde jsou již hodně viditelné jednotlivé pixely obrázku (zdroj: vlastní zpracování)

Jestliže si shrneme, pro co se rastrová grafika hodí, jedná se například o naskenované fotografie, fotografie z digitálního fotoaparátu, portréty či namalované obrázky např. v programu Malování, kde jsou k tomu využívány nástroje štětec, tužka, sprej, guma aj. [2, 4]

A co má tedy trojrozměrné modelování společného s tímto typem grafiky? Tak např. grafik vymodeluje ve 3D programu určité modely či scény a ty jsou ve výsledku zobrazeny

(převedeny) jako dvourozměrný obraz, tudíž výsledná vizualizace<sup>3</sup> scény je vlastně obrázkem rastrové grafiky. Např. obr. 2.1 znázorňuje zmíněnou vizualizaci trojrozměrné scény. Je vidět stůl a na něm hrneček. Celá tato scéna (obrázek) je vytvořena ve 3D programu, ve kterém původně stůl i hrnek byly trojrozměrnými modely.

## **Vektorová grafika**

Tento typ grafiky spočívá ve vytváření určité kresby, která se skládá z jednotlivých (geometrických) objektů, kterými jsou např. obdélník, elipsa, úsečka, křivka, text atd. Tyto objekty již nejsou tvořeny jednotlivými pixely, ale křivkami neboli vektory.

Programy pracující s vektorovou grafikou ukládají grafickou informaci pomocí matematického zápisu, který definuje např. tvar křivky, její barvu, tloušťku, výplň apod.

Když například nakreslíme v Malování křivku, můžeme si představit, že má dva kotevní body, bod A a bod B, a mezi nimi vektory, které pomocí matematické definice přesně vypočítají mezi těmito body přesný tvar čáry podle potřeby uživatele. Z toho vyplývá, že křivku můžeme jakkoli zvětšovat a měnit a nikdy nedojde ke snížení její kvality, protože počítač pokaždé vypočítá aktuální vzorec pro její zobrazení.

Jednotlivé objekty vytvářené prostřednictvím vektorové grafiky lze tedy libovolně zvětšovat, modifikovat, tzn. měnit barvu, výplň či tloušťku a je možné pracovat s každým objektem odděleně. Výhodou je také skutečnost, že při ukládání je relativně malá velikost souboru oproti souboru v rastrové grafice. [2, 4]

Vektorová grafika souvisí s trojrozměrným modelováním v tom smyslu, že trojrozměrné modelování, resp. 3D programy jsou založeny také na využívání základních objektů, avšak s rozdílem třetího rozměru. Je navíc důležité podotknout, že 3D programy také pracují s křivkami<sup>4</sup>, jak je tomu tak i ve 2D.

### **2.1.2 Barevné modely**

V počítačové grafice, ať už v dvourozměrné či trojrozměrné, je velice důležité znát nebo se alespoň částečně orientovat v oblasti barevných modelů. Veškerá grafika je založena na práci s barvami, a proto je nezbytné si jednotlivé barevné modely představit a charakterizovat. V praxi nejčastěji používané modely existují dva, a to model RGB a CMYK.

---

<sup>3</sup> Pojem vizualizace bude objasněn v dalších kapitolách.

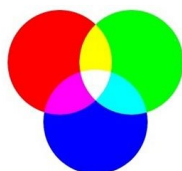
<sup>4</sup> O křivkách v trojrozměrném modelování a jejich využití bude vyhrazena samostatná podkapitola.

Než se však pustíme do jejich vysvětlení, je nutné ještě nastínit, jak vlastně barvy v počítači fungují a jak jsou zobrazovány.

Převážná většina grafických programů uživateli nabízí širokou paletu barev, ze kterých si uživatel může také namíchat barvy vlastní. Všechny tyto barvy a různé barevné odstíny jsou však pouze vytvořeny (smíchány) z tzv. základních barev. Rozlišují se dva způsoby míchání barev, které se týkají zobrazování barev na monitoru a v tiskárnách. Barvy na monitoru jsou zobrazovány pomocí paprsků, naproti tomu tiskárna zobrazuje barvy pomocí pigmentů (tonerů nebo inkoustů). Z těchto skutečností tedy vyplývá, že nestačí pouze jeden způsob míchání barev. [2]

### **Barevný model RGB**

Tento model se využívá u monitorů, nebo také u scannerů, dataprojektorů či digitálních fotoaparátů. Spočívá v míchání tří barevných světél, kterými jsou červené světlo (Red), zelené (Green) a modré (Blue). Model je založen na tzv. aditivním míchání barev, což znamená, že sloučením červeného, zeleného a modrého světla, neboli vyzářením všech barev současně, dostaneme bílé světlo, viz Obr. 2.4. Naopak černou barvu získáme tím, že není vyzařována žádná barva.

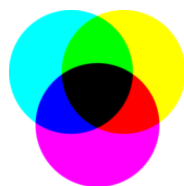


Obr. 2.4 Graficky znázorněný RGB model  
(Zdroj: <http://www.novaprinting.ca/rgb.html>)

### **Barevný model CMYK**

Model CMYK je využíván v tiskárnách, které oproti monitorům nevyzařují paprsky, tudíž má odlišný způsob míchání barev. Zde hraje roli míchání skutečných barev, resp. nějaké barvivo, kterým je často inkoust nebo v laserových tiskárnách toner. Barvy jsou míchány ze tří základních barev, kterými jsou azurová (Cyan), purpurová (Magenta), žlutá (Yellow) a navíc jako samostatná barva se zde vyskytuje i černá (black). V tomto modelu, oproti modelu RGB, dostáváme smícháním všech tří barev barvu černou. Avšak je nutno podotknout, že vzniklá černá barva je spíše tmavě šedou než dokonale černou. Proto se zde zavedla černá barva jako samostatná. Bílou barvu získáme tím, že nedojde k použití žádné barvy.

Model CMY je tedy založen na tzv. subtraktivním míchání barev a jeho grafickou podobu vidíme v Obr. 2.5. Ještě je nutné podotknout, že v některých publikacích je umístován za písmeno K výraz Key, místo barvy black. [2, 3]



Obr. 2.5 Graficky znázorněný CMY model  
(Zdroj: <http://cs.wikipedia.org/wiki/CMYK>)

## Barevná hloubka

Každý obrázek či fotografie nabývá určitý počet barev. Obecně může platit pravidlo, že čím více barev obrázek obsahuje, tím je kvalitnější. Neplatí to však vždy, barev musíme volit přiměřené množství. Jestliže chceme vědět z kolika barev je obrázek složen, slouží k tomu pojem barevná (nebo též bitová) hloubka.

Barevná hloubka tedy definuje počet bitů potřebných k popisu určité barvy v obrázku. Čím větší zvolíme barevnou hloubku, tím bude obsahovat daný obrázek více barev. Ve většině případů obsahují barevné fotografie 16,7 milionů barev, pro různé grafické prvky na webu, např. tlačítka, linky se používá zpravidla 256 barev a pro černobílé fotografie se používá paleta 256 stupňů šedi. Kolik je to vlastně bitů můžeme vidět v tab. 2.1.

Barevná hloubka	Počet barev, ze kterých je složen obraz	
<b>8 bitů</b>	$2^8$	256
<b>16 bitů</b>	$2^{16}$	65 536
<b>18 bitů</b>	$2^{18}$	262 144
<b>24 bitů</b>	$2^{24}$	16 777 216
<b>32 bitů</b>	$2^{32}$	16 777 216 + alfa kanál resp. 4 294 967 296

Tab. 2.1 Barevná hloubka v modelu RGB

16bitová barevná hloubka a 24bitová barevná hloubka se používají pro běžnou práci s grafikou. Pro tyto barevné hloubky také vznikla určitá označení jako **High Color** pro 16bitovou barevnou hloubku a **True Color** pro 24bitovou nebo 32bitovou barevnou hloubku.

Podle zvolené barevné hloubky se také rozlišuje, kolik bitů je přiřazeno jednotlivým základním barvám v modelu RGB. Tato skutečnost je znázorněna v tab. 2.2.

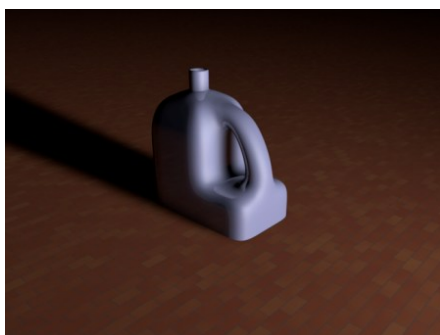
Barevná hloubka	Počet bitů každé barvy			
	R	G	B	Alfa <sup>5</sup>
8 bitů	3	3	2	-
16 bitů	5	6	5	-
18 bitů	6	6	6	-
24 bitů	8	8	8	-
32 bitů	8	8	8	8

Tab. 2.2 Počet bitů v každé základní barvě

## Modely HSV a HLS

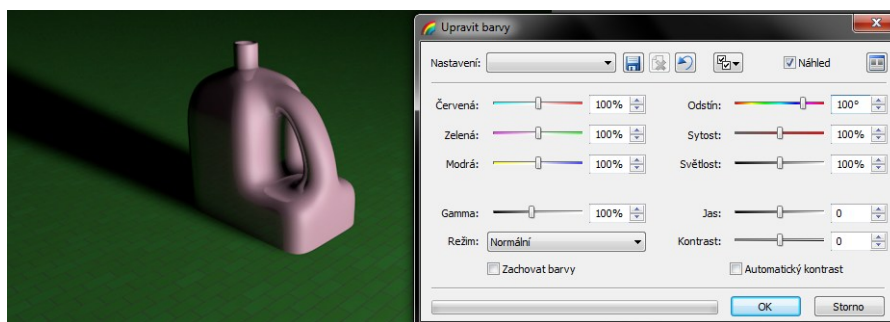
HSV a HLS jsou modely, které definují barvu pomocí tří složek. Těmito složkami již nejsou jednotlivé základní barvy, jak tomu bylo u modelů RGB a CMY. Model HSV je definován třemi parametry, kterými jsou barevný tón (Hue), sytost (Saturation) a jasová hodnota nebo též světlost (Value). Podobně je na tom s parametry model HLS, u něhož se liší pouze parametr světlosti v jeho anglickém označení (Lightness). [1]

Barevný tón slouží k označení převládající spektrální barvy, sytost spočívá v příměsi jiných barev a jas určuje množství bílého (bezbarvého) světla. Prakticky si můžeme ukázat na Obr. 2.7 až 2.9, co přesně udělají změny jednotlivých parametrů s daným obrázkem. Budeme vycházet z Obr. 2.6, který je založen na vlastní tvorbě modelu kanystru.

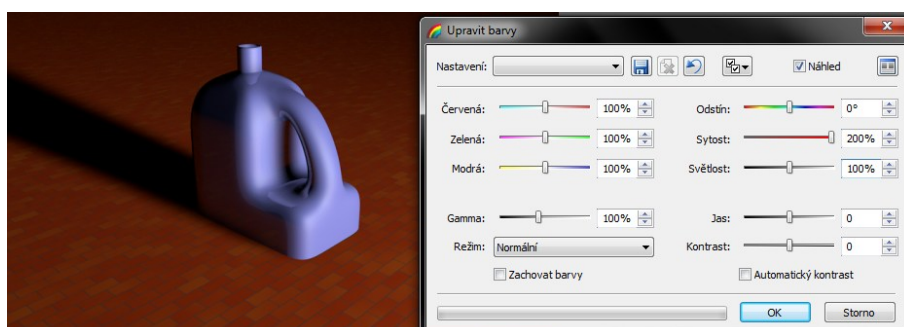


Obr. 2.6 Vizualizace jednoduchého modelu (zdroj: vlastní zpracování)

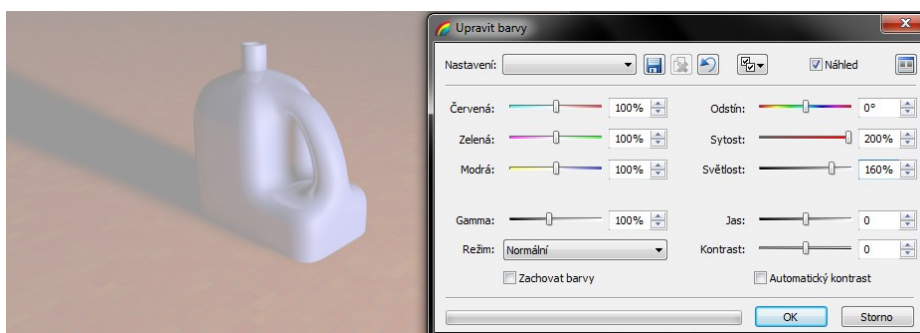
<sup>5</sup> Alfakanál bývá označován jako průhlednost.



Obr. 2.7 Zvýšení barevného tónu o 100° (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 2.8 Zvýšení sytosti na 200% (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 2.9 Zvýšení světlosti na 160% (zdroj: vlastní zpracování)

Z výše uvedených obrázků vyplývá, že změnou odstínu, se změní barvy na daném obrázku. O zvýšení sytosti bychom mohli říci, že obrázek je barevnější, naopak snížením sytosti dojde ke ztrátě barev, což vede k výslednému černobílému obrázku. A v neposlední řadě vidíme u změny světlosti, resp. jejího zvýšení, že barvy na obrázku se přeměňují v bílou barvu, naproti tomu snížení světlosti na maximum by vedlo k získání pouze černého obrázku.

## **2.2 Trojrozměrná grafika a modelování**

### **2.2.1 Pojem modelování**

Modelování funguje na principu použití základních tvarů (objektů) a nástrojů, které nabízí daný 3D-modelovací program. Uživateli je tedy nabídnuta řada základních objektů, mezi které patří krychle, kužel, koule, spirála, jehlan nebo také různé typy křivek. Je tedy možné například pouze z obyčejné krychle vymodelovat zajímavé tvary a modely, s použitím různých nástrojů či možností deformace onoho základního tvaru.

Uživatel nemusí pracovat pouze se základními tvary, ale mohou mu být nabídnuty také připravené objekty, se kterými může pracovat. Množství či propracovanost již připravených objektů závisí na konkrétním programu a také na druhu a zaměření daného programu.

Jakmile uživatel vloží do editačního okna potřebné objekty, se kterými chce pracovat, může je přesouvat, měnit jejich velikost, rotovat s nimi, přibližovat, oddalovat či spojovat s dalšími objekty.

Pro realisticky vypadající objekt či výslednou scénu je velmi důležité na objekty použít vhodný povrch. Dále se nesmí zapomenout na nastavení světla a stínu. Velmi důležitá je také kamera, která nesmí ve scéně chybět a na závěr nesmí chybět výpočet neboli renderování výsledné scény. [2]

### **2.2.2 Využití trojrozměrné grafiky**

Trojrozměrné modelování již bylo zmíněno, nebylo však objasněno, k čemu všemu je vlastně dobré a kde všude mohou být modely použity. Využití má v mnoha směrech. Může se jednat o vizualizace designu průmyslových výrobků nebo o herní či filmový průmysl. Stále více se také využívá u vědeckých oborů, a to v lékařství, genetickém inženýrství nebo u simulace pochodů v atmosféře. Trojrozměrné modelování je však bohaté i na tvorbu ilustrací či animací. [3]

### **Obchodní prezentace**

Trojrozměrná grafika může být využita třeba i v oblasti podnikání. Zaměstnanec prezentuje svá data například ve formě statistické, v obrazové podobě a počítač dokáže statistické údaje znázornit pomocí grafů či diagramů s použitím trojrozměrné grafiky. Takovýmto programům se říká prezentační grafika a jistě skoro každý zná program

PowerPoint od Microsoftu, který může zobrazovat informaci například v podobě trojrozměrného koláčového grafu. [5]

### **Vědecké účely**

Velmi významné je využití 3D grafiky u vědeckých dat, která lze přehledně a názorně zobrazit v obrazové podobě. Jedná se o tzv. *Vizualizaci dat*. Například ve vědeckých výzkumech je vizualizace dat velmi důležitá a užitečná. Jedná se především o molekulární modelování, které je významné v chemii a při kterém výzkumníci studují modely molekul chemických sloučenin. [5]

### **Konstrukce a kreslení technických výkresů**

I konstruktéři, návrháři a architekti vidí určitou důležitost ve 3D modelování a svou práci si bez toho již nedokáží představit. Využívají trojrozměrnou grafiku, která bývá označována jako CAD (konstrukce a navrhování počítačem). Takový architekt má své určité myšlenky a nápady a často bylo nezbytné je převést do technických výkresů ručně. Dnes existují techniky, které mohou výkresy zcela nahradit. Konstruktéři či architekti mohou své myšlenky a nápady vidět v prostorové podobě na počítači. [5]

### **Počítačové hry a filmový průmysl**

Tato oblast je s 3D grafikou úzce spjatá. V dnešní době vzniká čím dál více kvalitních a realisticky vypadajících počítačových her, animovaných filmů, ale také hraných sci-fi či fantasy filmů, kde je nezbytné vytvořit pozadí či okolí, které má vypadat realisticky. To vše je vytvářeno 3D programy, se kterými pracují profesionální 3D grafici. [5]

#### **2.2.3 Křivky**

Křivky jsou důležitým nástrojem pro tvorbu objektů. Možná je pro někoho záhadou, jak křivky souvisejí s prostorovou grafikou, ale my si vysvětlíme a ukážeme, jaký mají křivky význam u trojrozměrných modelů. Křivky tedy můžeme využít ve dvourozměrné i trojrozměrné grafice, ale také například u definice písma (fontů).

Nejprve bychom si mohli říci základní informace o křivkách a to, že obecně každá křivka má počáteční bod a koncový bod. Mezi těmito body se mohou vyskytovat další body, kterým se říká řídicí či kontrolní body a tyto body mohou výrazně ovlivňovat tvar křivky.



V počítači musejí být křivky nějakým způsobem reprezentovány. Tato reprezentace je charakterizována jako určitá „soustava parametrů nějaké rovnice, která je posléze generativně zobrazována“ *Jak tvrdí Žára (2004, s. 178)*.

Existují tři druhy vyjádření křivek: [1]

- explicitní vyjádření<sup>6</sup>,
- implicitní<sup>7</sup> a
- parametrické.

Jestliže chceme vyjádřit křivku explicitně, můžeme ji zadat jako spojitou funkci (2.1):

$$y = f(x). \quad (2.1)$$

U implicitního zadání může mít křivka tvar (2.2):

$$F(x, y) = 0. \quad (2.2)$$

Třetí, parametrické vyjádření křivek se v počítačové grafice využívá nejčastěji. Takto vyjádřená křivka (2.3) může být chápána fyzikálně, například jako dráha bodu, který se pohybuje a jeho souřadnice jsou funkcemi parametru  $t$  (čas).

$$x = x(t), y = y(t), z = z(t). \quad (2.3)$$

### Nejčastější vlastnosti křivek

1. Vlastnost konvexní obálky:
  - a. silná podmínka – v konvexní obálce všech řídicích bodů leží celá křivka,
  - b. slabá podmínka – v konvexní obálce některých řídicích bodů leží jen část křivky.
2. Vlastnost změn - změnou polohy či váhy nějakého řídicího bodu se mění jen část křivky, nemění se křivka celá.
3. Vlastnost směru - křivka vždy prochází krajními body svého řídicího polygonu. [1]

---

<sup>6</sup> Toto zadání křivky je možné použít pouze pro křivky, které jsou zároveň funkcemi.

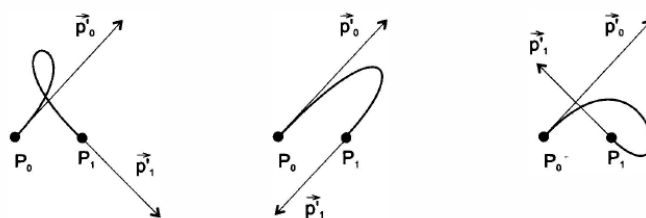
<sup>7</sup> Může se jednat o rovnici kružnice.

## Druhy křivek

Obecně můžeme křivky rozdělit do dvou skupin:

- interpolační křivky – křivka prochází přímo zadanými body,
- aproximační křivky – křivka nemusí procházet přímo zadanými body.

Mezi **interpolační** křivky patří např. *Hermitovské kubiky*<sup>8</sup>, které bývají určeny dvěma řídicími body  $P_0$  a  $P_1$  a dvěma tečnými vektory  $\vec{p}'_0$  a  $\vec{p}'_1$ , které jsou v těchto řídicích bodech. Křivka začíná a končí v bodech  $P_0$  a  $P_1$  a tyto body také určují polohu dané křivky. Tečné vektory, resp. jejich směr a velikost určují míru vyklenutí křivky. V Obr. 2.10 můžeme vidět, jak se změní tvar křivky, jestliže je první vektor konstantní a druhý vektor se mění. [1]



Obr. 2.10 Hermitovské kubiky a jejich změny pomocí vektorů (Zdroj: [1])

Dalším typem křivek jsou křivky **aproximační**. Do aproximačních křivek můžeme zařadit jedny z nejznámějších a nejpoužívanějších křivek, kterými jsou parametrické *Bézierovy křivky*. Jak již bylo zmíněno v úvodu této kapitoly, křivky mohou být využity ve 2D i ve 3D grafice či k definici písma. Všechna tato využití platí především pro Bézierovy křivky.

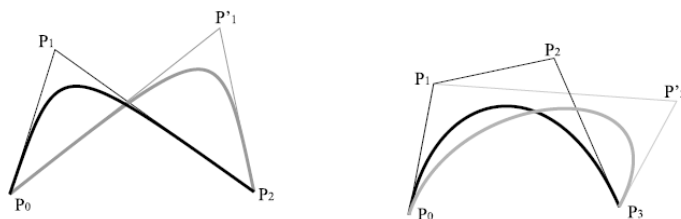
I Bézierovy křivky můžeme dělit, a to na křivky:

- lineární – křivky 1. stupně,
- kvadratické – křivky 2. stupně,
- kubické – křivky 3. stupně,
- obecné křivky n-tého stupně.

Jednotlivé stupně nám udávají, z kolika bodů se křivka skládá. Lineární křivky obsahují pouze dva body, počáteční  $P_0$  a koncový  $P_1$ . Kvadratické Bézierovy křivky rovněž obsahují počáteční a koncový bod, navíc je však mezi těmito dvěma body jeden řídicí bod, který může měnit směr či tvar křivky. Velmi často využívané jsou křivky kubické, též

<sup>8</sup> Též označovány jako Fergusonovy kubiky.

nazývány Bézierovy kubiky, které se skládají celkem ze čtyř bodů. Využívat se mohou také křivky  $n$ -tého stupně, které však mají jednu nevýhodu. Tvar celé křivky, která se skládá z mnoha řídicích bodů (např. křivka 7. stupně), se může změnit pouze změnou jediného řídicího bodu  $P_i$ . V mnoha případech však tvar celé křivky změnit nechceme, chceme např. modifikovat pouze určitou část křivky. Tato skutečnost vede k častějšímu využívání křivek kubických, což je vlastně jakési rozsegmentování celé křivky na nižší stupeň a tyto segmenty na sebe postupně navazují. Bézierovy křivky a jejich editování můžeme vidět na Obr. 2.11.



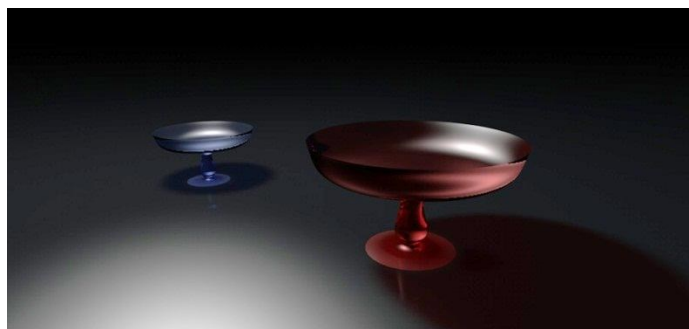
Obr. 2.11 Editace Bézierovy křivky 2. a 3. Stupně (Zdroj: [6])

#### 2.2.4 Materiály, textury a shadery

Textura či shader je důležitým prvkem, jak z vytvořeného modelu udělat dokonalý, realisticky vypadající objekt. Je to velice důležitý krok v modelování objektů, který nesmí žádný grafik obejít. Dokážeme si jistě představit cihlovou zeď či skleněnou nádobu. Aby vymodelovaná zeď byla skutečně cihlová, musí se na ní aplikovat textura či shader cihly. Textura je chápána jako určitý statický 2D vstup. Shader je obecně složitější na výpočet, jelikož se jedná o vstup podle vzorce a nemůže se opakovat jako textura. Co se týče skla, to může být zařazeno spíše jako shader. Můžeme si ukázat na Obr. 2.12 a 2.13 jak vypadá modelovaná scéna bez použití textur (shaderů) a následně za použití textur (shaderů). Jsou zde vytvořeny modely skleněných mís v programu Cinema 4D. V obr. 2.13 je aplikováno i světlo a stíny pro realističtější výslednou scénu.



Obr. 2.12 Modely mís bez použití textur (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 2.13 Modely mís s použitím shaderů (zdroj: vlastní zpracování)

Dalo by se říci, že textur může být neomezené množství. Většina 3D-programů má v sobě zabudovanou určitou knihovnu, kde si uživatel může dohledat a vybrat z řady již předpřipravených textur, kterými mohou být beton, cihly, porcelán, kov, kámen, dřevo či textury koberce nebo linolea a také přírodní textury pro modelování trávy a různých rostlin. Jestliže uživatel začátečník modeluje objekty pouze pro svou potřebu, často si vystačí s texturami již připravenými v knihovně programu. Textury si však grafik může vytvořit i vlastní a to je vhodné především v těch případech, kdy grafik modeluje nějaký reálně existující objekt, který má přesnou barvu, strukturu a kvalitu. Například se může jednat o skříně, ke které grafik musí mít k dispozici přesné vzorky povrchu skříně.

Dále je nezbytné zmínit pár důležitých pojmů a informací. Pro začátek by měl uživatel vědět, že veškeré textury se dají rozložit na jednotlivé prvky, kterým se říká *texely*. Je také důležité odlišovat texturu od materiálu. Textura úzce souvisí s materiálem, který daný povrch jednoznačně popisuje. „Pro zjednodušení mnoha operací se materiál a textura oddělují a aplikují se ve dvou krocích“ *Jak tvrdí Žára (2004, s. 379)*. [1]

### Klasifikace textur

Textury se mohou dělit podle různých hledisek, nejběžnější je členění dle: [1]

1. vlastností povrchu,
2. rozměru,
3. způsobu jejich reprezentace.

První členění navrhnul Heckbert<sup>9</sup>. Snažil se rozdělit textury podle toho, jakou vlastnost povrchu popisují:

- barva povrchu,
- odraz světla,
- změna normálového vektoru<sup>10</sup>,
- průhlednost a
- hypertextura<sup>11</sup>.

Druhým členěním dělíme textury na jednorozměrné, dvourozměrné, trojrozměrné a čtyřrozměrné. Jednorozměrné textury se dají využít např. u opakujících se podélných vzorků (pruhů) a tím může být přechod pro chodce. Dvourozměrné textury se mapují na povrch tělesa, trojrozměrné textury neboli také objemové definují hodnotu textury v prostoru a čtyřrozměrné textury slouží pro animaci trojrozměrných textur. [1]

Posledním členěním je způsob reprezentace textur. Zde se textury mohou dále dělit podle toho, jak je textura uložena: v jednorozměrné, dvourozměrné či trojrozměrné tabulce. Tyto textury mohou být označeny jako *rastrové textury*. Druhá možnost je definice textury pomocí procedury. Těmto texturám se říká *procedurální*. [1]

Speciálně můžeme textury dělit také na 2D a 3D textury. Již podle názvu je patrné, že 2D textura je jakýmsi dvourozměrným obrázkem, který je nanesen na daný objekt. Naproti tomu 3D textura není jen plochým obrázkem, ale určitým způsobem vybíhá z geometrie daného objektu do prostoru. 3D textury se používají pro zvířecí srst či trávu apod. I 2D textura může vypadat na daném objektu jako 3D, a toho lze docílit pomocí různých efektů, kdy textura si vypočítá pozici světla a stínuje se podle ní, nebo dalším efektem může být např. průhlednost, záření, odlesk či svítivost. [9]

## Mapování textur

Textury se na dané objekty nanášejí, neboli tzv. aplikují. Aplikace probíhá ve dvou krocích, kterými jsou definice textury a mapování textury, kdy určíme, na jaký objekt se textura položí a kam přesně. [1]

---

<sup>9</sup> Celým jménem Paul Seagrave Heckbert je profesorem informatiky a robotiky na univerzitě Carnegie Mellon. Významná je jeho teze z roku 1989 s názvem Základy mapování textur a deformace fotografie a další práce z roku 1991 s názvem Simulace globálního osvětlení za použití adaptivní tvorby sítí.

<sup>10</sup> Opticky se mění tvar povrchu, ale výhodou je to, že se nezmění geometrie objektu.

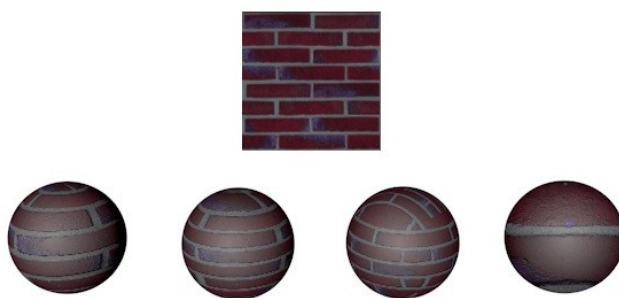
<sup>11</sup> Slouží k určení optických vlastností nad povrchem objektu. Její využití je např. u modelování ohně, trávy, vlasů atd. Výhoda hypertextury je v její nízké paměťové náročnosti, mezi nevýhodou můžeme řadit její zobrazování.

Aplikace textury je proces, který je charakterizován třemi důležitými faktory. Prvním z nich, je *definice textury*, kterou jsme si již zmínili výše. To znamená, že se určí, kolikarozměrná je daná textura, dále zda je definována tabulkou nebo jestli se jedná o procedurální texture. Druhým faktorem je *tvár tělesa či objektu*, na který texture nanášíme a posledním, třetím faktorem je *mapovaná veličina*. [1]

Je velmi důležité zvolit správný způsob mapování texture, aby povrch objektu byl podle našich představ, viz Obr. 2.14, kde je nanesena zobrazená texture na čtyři koule.

Rozlišuje se mnoho způsobů mapování texture: [3]

- sférická projekce (vychází z koule),
- cylindrická projekce (koule),
- kubická projekce (krychle),
- plošná,
- čelní,
- prostorová,
- UV mapování<sup>12</sup> atd.



Obr. 2.14 Použita sférická projekce, cylindrická, kubická a čelní (zdroj: vlastní zpracování)

## Multitexturing

V mnoha případech se neaplikuje pouze jediná texture, ale aplikuje se texture více, resp. více texturovacích technik najednou. Tento proces se obvykle provádí ve více krocích<sup>13</sup>, kdy v konečném výsledku můžeme získat komplikované povrchy, které jsou složeny z více materiálů. [1]

<sup>12</sup> UV = dva směry (směr U a směr V), vertikální a horizontální.

<sup>13</sup> Označováno jako multipass texturing.

## Mapování prostředí

Někdy jistě budeme chtít, aby náš vymodelovaný objekt odrážel okolní prostředí. K tomu nám slouží tato technika, která se také nazývá pohledově závislé mapování nebo též chromové mapování jelikož se využívá u zrcadlových materiálů. Spočívá v tom, že na povrchu daného objektu se vytvoří odraz okolního prostředí. Zjednodušeně můžeme princip této techniky vysvětlit tak, že objekt se umístí do středu koule (či jiného vhodného objektu) a na vnitřní povrch koule se aplikuje textura. [1]

## Hrbolaté textury

Jedná se o takové textury, které vytvářejí optický dojem hrbolatého povrchu na objektech. Výhoda je v tom, že nedochází ke změnám geometrie daného objektu. Samotný objekt zůstane nadále rovný či hladký, ale bude působit zvlněným či hrbolatým dojmem po nanesení textury. Je to z toho důvodu, že textura hrbolatosti dává renderovacímu jádru určitý impuls k tomu, kam má vložit světlejší nebo tmavší barvy a tím vytvořit iluzi hloubky. [1]

### 2.2.5 Světlo a stíny

Stejně jako použití textur jsou pro realistický výsledek důležitá **světla** v dané scéně. Je nezbytné dané objekty dobře nasvítit a nastavit také stíny. Uživatel si může vybrat z celé řady světél, výběr se však liší v závislosti na používaném programu. S každým světlem se dá manipulovat, uživatel si může světlo posunout nad objekt, vedle objektu, či za nebo před objekt. Výsledná scéna tudíž závisí na konečném umístění daného světla.

Možné druhy světél (v Cinema 4D):

- klasické všesměrové,
- kuželové,
- vzdálené – speciální typ světla, které se používá především u architektury. Ve většině případů je jedno, kde světlo v editačním okně leží, tzn. u tohoto světla je irelevantní pouze jeho poloha nikoli však ostatní parametry, např. rotace (natočení) tohoto světla,
- ploché – tato světla se využívají velmi často, jsou extrémně výkonná, ale často i náročná na výpočet (mnohdy to závisí na samotném nastavení daného světla). Dají se využít např. pro osvětlení místnosti z oken. V 3D-programu Cinema4D je velice užitečné, že má uživatel k dispozici širokou škálu různých typů

plochých světél, a to ve tvaru obdélníku, kruhu, čáry či objemových těles jako je koule či krychle atd.,

- zaměřené – klasické světlo, které má navíc vlastnost zaměření na nějaký cíl díky čemuž se toto světlo zaměřuje na nějaký konkrétní objekt.

Se světly také souvisejí **stíny** a jejich nastavení. Tato nastavení zahrnují typ stínu, úhel či hustotu, barvu apod. „Stíny hrají důležitou roli při prostorovém vnímání člověka. Pomáhají pochopit vzájemné rozmístění objektů, jejich tvar a rozměry a poskytují dobrou informaci o vlastnostech a poloze zdrojů světla“ *Jak tvrdí Žára (2004, s. 367)*. Vzájemný vztah a poloha mezi světelným zdrojem, stínícím objektem a objektem, na který stín dopadá, ovlivňují tvar a velikost stínu. Na charakter stínu má vliv tvar, velikost a pozice světelného zdroje. [1]

Rozlišují se dva druhy stínů:

- vlastní – jedná se o stín, který objekt vrhá sám na sebe,
- vržený – nejčastější stín, který vrhá jeden objekt na druhý a díky tomu napomáhá rozpoznat umístění daných objektů v prostoru. [1]

Uživatel nemusí pracně počítat, kam bude dopadat stín v závislosti na osvětlení. Program tuto práci dělá za uživatele. Nějakou tu metodu, která se zabývá výpočtem světla, si však zmínit můžeme:

**Phongův osvětlovací model** slouží pro výpočet odraženého světla. „Odraz na povrchu materiálu je určen směrem dopadajícího světla, směrem k pozorovateli bodem na povrchu, normálovým vektorem v místě dopadu a zrcadlově odraženým paprskem“ *Jak tvrdí Žára (2004, s. 333)*. Model rozlišuje tři druhy odrazu světla od materiálu, odraz se tedy dělí na zrcadlový<sup>14</sup>, difúzní a ambientní. [1]

### 2.2.6 Stínování (shading)

Tento pojem je jakýmsi souhrnem metod pro podrobný výpočet osvětlovacího modelu pouze pro několik bodů na povrchu tělesa. Výpočet následně odvodí barevné odstíny ostatních zobrazovaných bodů. Tyto metody vznikly pro určité zjednodušení, jelikož vyhodnocování osvětlovacího modelu v každém bodě, který je vykreslován na obrazovce, je velmi zdoluhavé. Stínování je sice spojeno se zpracováním světla, nezabývá se však výpočtem vržených stínů objektem. Zjednodušeně můžeme říci, že stínováním rozumíme

---

<sup>14</sup> Není to přímo zrcadlový odraz, ale spíše se přibližuje k modelu lesklého povrchu.

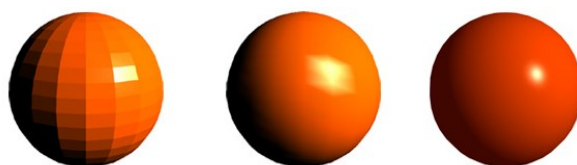


určité barevné přechody, které jsou spojité a které vznikly nestejným osvětlením různých částí objektu. Rozlišují se tři druhy stínování: [1]

**Konstantní stínování** je metoda velmi jednoduchá a rychlá, která se využívá pro zobrazování rovinných ploch a předpokládá, že každá plocha má jen jednu normálu. Podle této normály se vypočítá jedna barva, která se při rasterizaci<sup>15</sup> plochy přiřadí všem jejím pixelům. Jinak řečeno, můžeme mít např. objekt koule, který je rozdělen na polygony a pro každý polygon se provede pouze jeden výpočet. Má to však jednu velkou nevýhodu a to, že výsledné stínování není kvalitní, tzn., že na dané kouli vzniknou velmi viditelné barevné přechody mezi jednotlivými ploškami (polygony). [9]

**Gouraudovo stínování** je již kvalitnější metodou zobrazení stínování na objektu. Spočívá ve výpočtu barvy pro každý polygon ve všech jeho vrcholech. Následně se provede lineární interpolace všech barev v jednotlivých plochách. To má za následek plynulý přechod mezi jednotlivými plochami (barvami) a výsledek již vypadá kvalitněji než u předešlé metody stínování. [9]

**Phongovo stínování** je podobné Gouraudovu stínování. Výsledek je ještě kvalitnější, ale rovněž náročnější na výpočet. Nyní se nevypočítá barva jen ve vrcholech polygonů, ale pro každý bod v polygonu zvlášť. Tím docílíme velmi realistického výsledku. Velkou výhodou je skutečnost, že na objektu nám může vzniknout kvalitní a realistický odlesk, kterého jsme nemohli docílit při předešlé metodě, která se zabývala pouze výpočtem a interpolací mezi vrcholy a ne celé plochy polygonu. Na Obr. 2.15 jsou dobře znázorněny jednotlivé metody stínování. [9]



Obr. 2.15 Zleva: konstantní stínování, Gouraudovo stínování a Phongovo stínování

(Zdroj: [9])

---

<sup>15</sup> Proces, kdy vektorovou grafiku konvertujeme na rastrový obraz.

### 2.2.7 Promítání a kamera

Při vytváření trojrozměrných objektů bývají tyto objekty zobrazovány na nějakém dvourozměrném zobrazovacím zařízení. Promítáním tedy rozumíme jakousi transformaci charakterizující převod trojrozměrného objektu do dvourozměrné reprezentace. „Při promítání dochází ke ztrátě prostorové informace a tím i k možnému zkreslení názoru pozorovatele na skutečný tvar objektu“ *Jak tvrdí Žára (2004, s. 305).*

V modelované scéně je velmi důležitým prvkem kamera. Ta nám udává, co přesně bude ve výsledku vidět. Nastavením kamery a určením její polohy tedy rovněž stanovíme místo, kde tzv. stojí pozorovatel. Můžeme si to představit na použití reálné kamery, která natáčí určité záběry, a pouze ty ve výsledku vidíme. V trojrozměrné scéně je to obdobné, kdy po renderingu získáme pohled na scénu, který byl snímán kamerou. Možná není do této části zcela jasné, co již zmíněný rendering znamená. O tomto pojmu je více napsáno v následující kapitole.

To, co kamera vidí či nevidí, spadá pod tzv. pohledový objem neboli záběr. Ten se před výpočtem (renderováním) vypracuje a následně se projdou všechny objekty ve scéně. Při renderingu se zjišťuje, jestli se daný objekt nachází či nenachází v pohledovém objemu kamery. Jestliže se daný objekt v pohledovém objemu nenachází, není vůbec zahrnut do procesu renderování. Lze tedy shrnout, že kamera je určena její polohou, orientací a pohledovým objemem. [1, 9]

### 2.2.8 Rendering a vizualizace

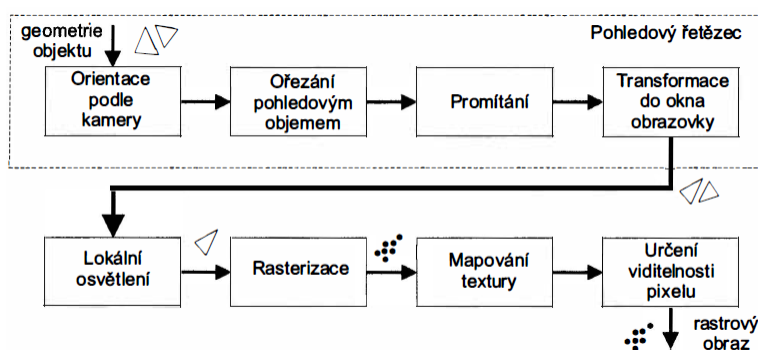
Nejprve bychom si mohli co možná nejjednodušeji vysvětlit, co vlastně rendering znamená a co vše se pod tímto pojmem skrývá. Rendering, česky též zobrazování, představuje výpočet dané scény, přesněji řečeno „převod trojrozměrné informace do dvourozměrné, obrazové podoby“ *Jak tvrdí Žára (2004, s. 302).* Tak například v 3D programu můžeme s objekty hýbat, otáčet s nimi a rotovat všemi směry. Vidíme a pracujeme s těmito objekty, dalo by se říci, v trojrozměrném prostoru. Ve výsledku však chceme převést dané modely do dvourozměrné podoby. Výslednému zobrazení dané scény se říká také *Vizualizace*. Jakmile spustíme rendering „program vypočítá umístění, povrch, viditelnost/neviditelnost každého bodu scény a vytvoří její obrázek ze zvoleného pohledu kamery“ *Jak tvrdí Roubal (2003, s. 115).* Vlastnost renderingu všeobecně zahrnuje širokou škálu možností a nastavení v rámci 3D-programu, se kterým uživatel pracuje. Konkrétní nastavení renderingu ovlivní výslednou scénu, resp. vzhled výsledného obrazu. [1, 2]

A nyní bychom si mohli vysvětlit, co ona zmíněná **scéna** znamená. Obecně se trojrozměrná scéna skládá z objektů, světelných zdrojů a kamery. Těmito třemi základními prvky obsaženými ve scéně docílíme velmi kvalitních a realistických výsledků. Jestliže by např. ve scéně nebyla vůbec obsažena kamera, nemohly by vůbec začít renderovací algoritmy. [9]

Úloha zobrazování scény může být charakterizována těmito postupnými dílčími kroky: [1]

- globální osvětlení scény,
- pohled na scénu ze stanoviště pozorovatele<sup>16</sup>,
- vytvoření rastrového obrazu<sup>17</sup>.

„Postupné provádění dílčích operací při zobrazování scény se nazývá řetězec pohledových transformací nebo pohledový řetězec, obecněji pak zobrazovací řetězec“ *Jak tvrdí Žára (2004, s. 303)*. Obecný zobrazovací řetězec je znázorněn v Obr. 2.16.



Obr. 2.16 Schéma klasického zobrazovacího řetězce (Zdroj: [1])

## Klasifikace zobrazovacích metod

Jestliže budeme chtít rendering rozdělit, je možné jej dělit do tří skupin:

**Jednoduché stínování** je nejrychlejší metodou renderingu. Je však nejméně kvalitní, a to např. proto, že nevykresluje detailní stíny, nevykresluje efekty, kterými může být zrcadlový odraz či lom světla, zkrátka provádí pouze celočíselné výpočty. Funguje na principu vykreslení jen nejbližších bodů z pohledu kamery. Tato metoda řešení viditelnosti se nazývá Z- buffer a spočívá v tom, že každý bod na obrazu má zároveň uloženu i svoji hloubku, resp.

<sup>16</sup> Nastavení kamery a řešení promítání.

<sup>17</sup> Tento krok také zahrnuje viditelnost, lokální osvětlovací modely a textury.

vzdálenost od pozorovatele. Jakmile se vykresluje nějaký nový objekt, každý jeho bod se porovná s touto hloubkou a vykreslí se jen tehdy, jestliže se nachází blíže. [9, 10]

**Lokální rendering**, který se zaměřuje pouze na jeden konkrétní objekt, ne na celou scénu. Tato metoda je vhodná pro rychlé zobrazování, kdy je potřebné mít okamžité výsledky. Princip metody spočívá ve výpočtu osvětlení jediného bodu na povrchu objektu. Výsledek je však poměrně nekvalitní oproti následujícímu globálnímu renderingu. [9]

**Globální rendering** je nejkompexnější metodou ze zobrazovacích metod. U jiných metod zobrazování spočíval princip v tom, že objekty se ve scéně vzájemně neovlivňovaly, co se týče osvětlení. Pro každý objekt bylo vypočítáno osvětlení tak, jako kdyby byl objekt ve scéně sám. Globální zobrazovací metody se již chovají jinak. Vyhodnocuje se již celá scéna, jestliže je tedy ve scéně objektů více, vzájemně se ovlivňují. Toto ovlivňování se může různě projevat:

- odraz obrazu objektů na lesklém povrchu jiných objektů,
- kaustika způsobená vodní hladinou,
- mlha ve vzduchu,
- objekt může ležet ve stínu či polostínu, pokud se mezi tímto objektem a zdrojem světla vyskytují další objekty,
- „odražené světlo od velkého světelného tělesa může zvýšit osvětlení stěn těles od přímých zdrojů světla odvrácených“ *Jak tvrdí Žára (2004, s. 413).* [1]

### **3 Analýza současného stavu modelování a vizualizací**

#### **3.1 Projekt 3D-Banka**

Tvorba a využití 3D modelů se v dnešní době hojně rozšiřuje i do sféry obchodu ve formě nabízených produktů. Nastínění této oblasti bude na konkrétním projektu, jehož zakladatelem je grafik Jan Šafařík. Projekt nazval 3D-banka. Aby však nedošlo k nedorozumění, nejedná se o banku finanční.

3D banka je začínající server skupiny grafiků a spočívá v nabídce modelů nábytku různých společností, které chtějí svůj sortiment nabízet ve 3D modelech, nikoli prostřednictvím vyfocených produktů. Webové stránky 3D-banky budou sloužit jako E-shop a postupně se zde budou shromažďovat modely reálně existujícího vybavení nemovitostí, o jejichž tvorbu se starají právě grafici.

Bakalářská práce bude zaměřena na tvorbu modelů nábytku pro tento projekt.

Jelikož bylo nezbytné se o 3D bance a práci Jana Šafaříka dovědět co možná nejvíce, byl Jan Šafařík ochoten odpovědět na pár otázek, které zněly následovně:

#### ***Jak/odkud Vás napadlo začít pracovat s 3D grafikou?***

Po skončení programu Zelená úsporám, nastala chvíle, kdy jsem musel začít dělat opravdovou projekci. A to jednoduše nejde, když své návrhy neumíte prodat. Protože jsem pracoval v Allplan 09, byla Cinema 4D jasnou volbou. Tyto dva softwary jsou si totiž svými vývojářskými týmy velmi blízké.

#### ***Proč jste se rozhodl zrovna pro Cinemu 4D? V čem je lepší oproti jiným 3D programům?***

Rozhodoval jsem se mezi Hi-End software. Mě známou, jedinou volbou, tak byla Cinema 4D nebo 3Ds Max. Vyzkoušel jsem oba. Bohužel společnost Autodesk nemá pro 3Ds Max možnost rozdělit software do jinak ohodnocených balíčků. Je jen jeden 3Ds Max za cenu vyšší jak 100tis Kč. To je pro člověka, který netuší, zda si svou práci v 3D software vůbec dokáže vydělat na zaplacení samotného software, jednoduše nepřijatelná finanční položka.

3Ds Max se mi navíc zdál, co se týče interface, velmi, velmi nepřátelský. A jeho podpora v oblasti návodů není v ČR tak rozšířená jako Cinema 4D, kde v této kategorii jednoznačně exceluje Pavel Zoch.

### ***Jaké byly začátky s 3D bankou a proč takovýto název?***

Název 3D-Banka říká vše, co potřebujete vědět. Nic víc, nic méně. Vznikl nevědomky od jednoho z mých zákazníků, který se mě zeptal doslova: "neexistuje nějaká 3D Banka, kde byste ten model mohl koupit levněji? ", jako reakce na moji cenovou nabídku za modelování některých prvků do vizualizace.

Co se týče začátků, ty jsou vždy náročné. Prvně je třeba zjistit, kolik to vše bude stát, vymyslet systém, který by fungoval a přitom finančně nezatížil samotný projekt.

Pokud je to nová záležitost s omezenou cílovou skupinou, je prakticky nemožné udělat objektivní průzkum trhu a vyvarovat se možnosti ukradení projektu. To, že bude 3D-Banka fungovat a investice více jak 150 tis. korun se vrátí, je tak založena čistě na subjektivním pocitu.

Následně bylo třeba vymyslet jak projekt zaplnit obsahem. Prozkoumat konkurenční projekty. Poptat se kolegů v oboru co jim chybí, nebo co je trápí na zmíněných konkurenčních projektech. Myšlenkové pochody co na projektu bude a nebude, se tvořily přesně rok.

Zajistit právní servis u odborníků, kteří rozumí autorským zákonům. Takové kanceláře jsou v ČR dvě, alespoň podle toho co jsem zjistil.

Následně samozřejmě hluboké poradenství v oblasti účetnictví a daní. Při existenci projektu, který funguje mezinárodně. A optimalizace návrhu webu, který tyto zákony zohledňuje.

### ***Co Vás přimělo se zaměřovat převážně na modelování nábytku? Bavilo by Vás i něco jiného, např. animace do her či filmů?***

Vyšlo to z životního sestupu. Vystudoval jsem stavební průmyslovou školu, měl projekční kancelář, chtěl jsem se pohybovat v této oblasti. Každý kdo chtěl být někdy architektem/projektantem chtěl i navrhovat nábytek.

Další a mnohem důležitější věcí je, že jsem začal dělat vizualizace interiérů. A při té příležitosti jsem zjistil, že nemám s čím pracovat. Jako nezasvěcenému se mi zdála cesta vizualizace s nábytkem, který nereflektuje reálné kusy, poněkud stupidní.

Proto jsem se vydal cestou modelování nábytku a založil projekt 3D-Banky. Zjistil jsem svojí praxí, že je to obrovská díra v trhu.

Co se týče druhé otázky, statické rendery a animace jsou dvě odlišné věci, kde je potřeba dvou odlišných mindset i skillset.

Rozhodl jsem se postavit svoji cestu od spodu nahoru. Věřím, že je prvně třeba perfektně ovládat modelování a statickou práci. Až pak je možné přejít na schopnost vše rozhýbat.

Co se týče her. Tam jsou potřeba Low-Poly modely, ve kterých nemám ani tu nejmenší oblibu. Rád se ale ujmu modelování, či vizualizace nějaké části posteru pro hry. Alternativně i návrhu nějakého designu - stroje, zbraně, mechanické obleky, brnění apod.

### ***Jaký je aktuální stav 3D-banky?***

3D-Banka stojí a padá na webu, který ji reprezentuje. Tento web se začal stavět 20. února 2013 a měl by být dokončený a spuštěný začátkem dubna.

Právní servis, všechny smlouvy, licence, periferní software, finanční poradenství a většina překladů do EN (pro mezinárodní mutaci 3D-Bank.net) jsou v tuto chvíli připraveny. (12. března 2013)

#### **3.1.1 Klady 3D modelů sortimentu**

Plno lidí by si jistě kladla otázku, proč vůbec dělat 3D modely nějakého sortimentu. Důvody jsou následující:

- **Prezentace sortimentu**

Nejen, že nejde poznat rozdíl mezi vizualizací 3D modelu a fotografií. Vizualizace však vypadá ještě lépe a může být více propracovaná do detailů.

- **Menší investice**

Jde například o to, že návrhář/výrobce nábytku nemusí výrobek ihned vyrábět. Nechá si pouze vymodelovat navržený produkt, vloží ho na stránky a začne ho vyrábět až tehdy, když budou přicházet objednávky.

- **Mizivé náklady na tvorbu alternativ**

Prodejce nábytku chce například svůj sortiment předvést v jiné barvě či jiném provedení. Kdyby měl k dispozici jen fotografie svého sortimentu, musel by udělat fotografie nové. Jestliže má však prodejce svůj sortiment ve 3D modelech, potom stačí jen u jednotlivých produktů (3D modelů) změnit barvu výrobku, například černou židli změnit na modrou a udělat novou vizualizaci.

- **Stálost ceny v čase**

Pokud výrobce či prodejce fotí katalog, není možné nastavit prostor stejně, například po půl roce, když je zapotřebí dofotit další část sortimentu. Bylo by nejlepší, aby celá prezentace měla jednu úpravu, a toto lze realizovat ve 3D prostředí.

- **Prodej přes architekty**

Architekt je nezbytným nástrojem toho, jak prodávat například nábytek. V dnešní době většina architektů prezentuje své myšlenky a nápady vizualizací.

### **3.1.2 Ceny modelů nábytku**

Jak již bylo naznačeno výše, náklady na 3D modely produktů vyjdou lépe, než jednotlivé fotografie produktů. Ceny různých druhů modelů mohou být následující: [17]

- židle, stoly, skříně ze základních tvarů: 700 – 1200,- Kč,
- látkové křesla a sedačky: 1800 – 3500,- Kč,
- kožené křesla a sedačky: 4000 – 9000,- Kč,
- kancelářské židle a křesla: 2000 – 7000,- Kč.



## 4 Vytvoření modelů v programu Cinema 4D

Programů pro trojrozměrné modelování je k dispozici poměrně dost. Uživatel si může vybrat z celé řady jak placených tak volně stažitelných 3D software. Nevýhodou bezplatných programů je fakt, že výsledné modely nemusejí být až tolik kvalitní a realistické, jak by si uživatel představoval. Takovéto programy také obsahují omezené funkce či vlastnosti, které jsou často pro modelování nezbytné. Není však zcela automaticky samozřejmé, že veškeré bezplatné programy pro 3D modelování jsou jaksi nedostačující pro kvalitní výsledky.

Najde se pár volně dostupných programů, se kterými jsou uživatelé spokojeni, jsou jimi např. známý software Blender, dále Google SketchUp, Wings 3D či Daz Studio aj. Mezi placené a již poměrně kvalitní 3D software patří Maya, 3Ds Max a Cinema 4D, který bude využíván v této práci.

Výrobcem programu Cinema 4D je firma Maxon Computer, která se řadí mezi špičky výrobců profesionálních 3D programů. Její programy jsou zaměřeny převážně na 3D modelování, texturování, rendering či animace. Cinema 4D, společně s BodyPaint 3D, se řadí mezi hlavní produkty firmy.

Jako u většiny takto rozsáhlých programů, i Cinema 4D má více verzí, které se od sebe značně odlišují. Liší se převážně svými funkcemi či nástroji, které nabízí. Nejjednodušší verzí je Cinema 4D Prime. Více toho již nabízejí verze Broadcast a Visualize a poslední, nejrozšířenější verzí je Cinema 4D Studio.

Velkou výhodou programu Cinema 4D je, že firma Maxon nabízí studentům a učitelům dvě varianty studentských/učitelských licencí. Jedna licence je zcela zdarma s platností 18 měsíců. Obě varianty zahrnují kompletní sadu Cinema 4D studio, placená licence navíc zahrnuje některé rozšířené možnosti.

### 4.1 Popis funkcí programu Cinema 4D

Cinema 4D je 3D software určen pro modelování, animace či vizualizace. Je velmi rozsáhlý co se týče jeho funkcí a vlastností, a proto zde nebude možné popsat jeho veškeré části a vše, co nabízí. Zaměříme se pouze na ty části programu, které budou fakticky využívány při následném modelování. Pro začátek je docela vhodné zmínit, že Cinema 4D má velmi jednoduché ovládání a vcelku jednoduché uživatelské rozhraní, které si může uživatel libovolně změnit podle svých představ.

## Části programu a využívání zkratk

Jako plno programů, i Cinema 4D má funkci používání zkratk, které výrazně urychlují práci. Zkratky jsou již defaultně nastaveny, ale uživatel si je může změnit podle svých představ. Dalo by se říci, že pro zkratky je vyhrazena skoro celá klávesnice, velmi se využívají klávesy F1 až F5 pro přepínání pohledů, dále čísla na numerické klávesnici, všechna písmena, šipky, mezerník i Enter a nesmíme zapomenout také na Alt, Shift a Ctrl. V podstatě se ale klávesy na klávesnici ani využívat nemusejí, lze cokoliv naklikat pouze tlačítky myši, protože na všechny funkce, vlastnosti a nástroje existují ikony. Narovinu si ale přiznejme, že práce pouhým klikáním myši by byla značně neefektivní. Několik nejvyužívanějších zkratk bude zmíněno v jednotlivých částech programu.

Nyní se konečně zaměříme na popis a charakteristiku jednotlivých nástrojů a funkcí programu. V příloze č. 1 je ukázka spuštěného programu a hlavně jsou zde zvýrazněny ty části programu, se kterými se nejčastěji pracuje při modelování, a které rovněž budou využity při následném vytváření našeho modelu. Částí, které budou tedy blíže přiblíženy a vysvětleny, je celkem deset a v příloze jsou zvýrazněny červeným ohraničením a očíslovány. My si je nyní popíšeme.

### 1. Editační okno a struktura objektů v něm umístěných

Tato oblast programu je jedna z nejdůležitějších, jelikož zde vkládáme a upravujeme primitiva a další objekty. Okno defaultně vidíme jako perspektivní pohled neboli 3D pohled, ve kterém s objekty manipulujeme jakoby v trojrozměrném prostoru. Editační okno lze rozdělit i na další tři pohledy, a sice pohled zprava, vrchní a přední. Tyto tři pohledy již však vidíme jako 2D. V editačním okně rovněž vidíme globální osy i lokální osy. Poloha každého objektu, který je v editačním okně vložen, je definována jeho osami vzhledem ke globálním osám. Globální osy nám udávají počátek nějaké scény v bodech 0, 0 a 0. Vertikální osa je vždy osa Y a je označena zelenou barvou. Zbylé dvě osy, osa X a Z, jsou horizontální a jsou označeny modrou a červenou barvou.

Při modelování se využívají tzv. polygonové objekty. Jedná se o objekty, které jsou složeny z určitých ploch (polygonů). Vezměme si např. objekt krychle, u které můžeme s jistotou říci, že má celkem šest ploch, tzn. šest čtyřúhelníkových polygonů. Co se týče tvaru polygonů, mohou to být třeba i trojúhelníky či n-úhelníky. Pro samotnou strukturu každého objektu jsou však důležitější body daného objektu. Každý bod má své určité souřadnice a má tedy přesně definovanou svou pozici. Pozice každého bodu je definována vzhledem k osám

objektu. Počet bodů u objektu krychle je roven počtu jeho vrcholů, kterých je osm. Zjednodušeně můžeme říci, že každý polygon na krychli se skládá ze čtyř bodů a rovněž také ze čtyř hran. Hrana může být chápána jako určitá spojnice mezi dvěma sousedními body.

V Cinemě 4D se však nacházejí i další parametrické objekty<sup>18</sup>, které nejsou definovány body ani polygony. Pro tyto objekty existuje jiný způsob definování, a to vzorcem. Např. u válce musejí být známy dvě základní hodnoty pro to, abychom daný válec mohli přesně zadat. Jedná se o hodnotu poloměru a hodnotu výšky.

U jakkoli zakulacených objektů (válec, koule) je důležité nastavit správnou segmentaci, která se také týká onoho způsobu definování vzorcem. Segmentace může být zadána po obvodu či na výšku. Velmi důležité je počet segmentů po obvodu. Jestliže bude zadán malý počet segmentů po obvodu válce a tento válec bude ve scéně umístěn blízko kamery, nebude již stoprocentním válcem, ale bude spíše hranatý. Je nezbytné zadat vhodný počet segmentů ještě předtím, než bude objekt jakkoli upravován, jelikož poté už segmentaci změnit nelze.

## **2. Polohování, přibližování a oddalování a natočení kamery**

Již v první části této práce byl zmíněn pojem kamera. Po spuštění programu již máme k dispozici základní neboli tzv. pomocnou kameru, kterou můžeme polohovat, natáčet apod. Je to v podstatě určitý pohled na danou scénu v editačním okně. V příloze č. 1, v této červeně ohraničené části vidíme celkem čtyři ikony. První slouží k polohování kamery, druhá ikona je určena k přibližování či oddalování kamery a třetí ikonou můžeme kameru natáčet. Spíše se ale využívají zkratky pro rychlejší práci. Využívají se klávesy na numerické klávesnici plus levé tlačítko myši (popř. i pravé), a sice číslo 1 pro polohování, číslo 2 pro přibližování či oddalování a číslo 3 pro rotaci. Další možností jak upravovat kameru je Alt plus levé tlačítko myši pro rotaci, Alt plus pravé tlačítko myši pro přibližování a oddalování a Alt plus držení kolečka na myši pro polohování kamery. Ještě zde máme i čtvrtou ikonu, která slouží pro přepínání pohledů. Tato ikona tedy rozdělí aktuální editační okno na čtyři pohledy. Výchozí pohled je vždy „perspektiva“, další tři pohledy jsou „vrchní“, „zprava“ a „přední“. Jestliže chceme maximalizovat jiný pohled, klikneme opět na čtvrtou ikonu v pořadí. Rychlejší je však přepínání pohledů pomocí zkratk. Klávesa F1 je určena pro perspektivu, klávesa F2 pro vrchní pohled, F3 pro pohled zprava a F4 pro přední pohled. Klávesa F5 poté odpovídá čtvrté ikoně, a to pro zobrazení všech čtyř pohledů.

---

<sup>18</sup> Kužel, válec aj.

### 3. Vrchní lišta

Vrchní lišta obsahuje spoustu ikon, příkazů a možností. Zcela vlevo jsou ikony pro akci zpět a dopředu, my se však zaměříme především na další ikony, u kterých nemusí být zcela zřejmé, k čemu vlastně slouží. Vrchní lišta bude rozdělena celkem na čtyři skupiny ikon, které budou stručně popsány.

**První skupina** čtyř ikon slouží k výběru a určité úpravě objektů v editačním okně. První ikona je výběrový nástroj, který slouží k výběru nějakých elementů na objektu (např. výběr konkrétních bodů, hran či polygonů – ploch). Standardně se Shiftem přidáváme k výběru a s Ctrl odebíráme od výběru. Výběrový nástroj také ukončuje stávající operaci. Například je aktivní operace *Vytažení*, která je prováděna na konkrétním výběru, ale uživatel již potřebuje vybrat elementy jiné. Vždy tedy musí použít ikonu výběrového nástroje, příp. použít zkratku, kterou je mezerník. Dalšími třemi ikonami je nástroj pro posun objektu či nějakého vybraného elementu (zkratka E), dále změna velikosti (zkratka T) a rotace (zkratka R).

**Druhá skupina** ikon slouží k vypnutí či zapnutí jen potřebných os X, Y či Z. Čtvrtá ikona z této skupiny slouží k přepínání mezi globálním a lokálním souřadnicovým systémem v rámci aktuálně vybraných os.

**Třetí skupina** slouží k renderingu. První ikona renderuje náš aktivní pohled, ale nelze jej uložit. Slouží pouze pro rychlé zobrazení vykreslení scény. Druhá ikona má již více možností jak renderovat danou scénu či objekt. Můžeme např. renderovat pouze vybranou oblast či renderovat vybraný objekt. Další možnost je také renderovat do prohlížeče, a toto slouží již k uložení. Třetí ikona slouží pro komplexní nastavení renderingu<sup>19</sup>.

Nyní se dostáváme ke **čtvrté skupině** ikon, které jsou již určeny k vytváření objektů, jejich úpravě či deformaci. První ikona slouží k výběru nějakého primitiva<sup>20</sup>, který vložíme do editačního okna a následně jej můžeme upravovat. Primitiva mají své určité parametry, které najdeme (příp. upravíme) vpravo dole ve správci nastavení. Druhá ikona je určena pro křivky<sup>21</sup> či další primitiva<sup>22</sup>, která jsou vytvořena právě z křivek. Třetí ikona představuje celkem šest NURBSových objektů, z nichž pět je pro běžnou práci nepostradatelných:

---

<sup>19</sup> Nastavení kvality, efektů, místa uložení, velikosti výstupu, formátu uložení atd.

<sup>20</sup> Primitiva: krychle, koule, kužel, válec, polygon, rovina, kruh, jehlan, anuloid aj.

<sup>21</sup> Křivky: od ruky, Bézierova křivka, B-spline, lomená, kubická a akima.

<sup>22</sup> Primitiva z křivek: oblouk, kružnice, N-stěn, obdélník či text aj.

- Vytažení NURBS – jeho účelem je vytáhnout nějakou křivku do prostoru. Křivka, kterou chceme takto změnit, musí být umístěna jako podobjekt objektu Vytažení NURBS.
- Rotace NURBS – také určitým způsobem zpracovává křivku, kterou rotuje kolem své osy Y. Rotace nurbs bývá využívána u tvorby rotačních předmětů<sup>23</sup>.
- Potažení NURBS – jeho účelem je potažení křivek ve formě jakéhosi pláště.
- Protažení NURBS – tento objekt může být popsán jako určité protažení nějakého profilu po cestě. Profilem můžeme rozumět např. křivku text a cesta je vytvořena pomocí nějaké další jednoduché křivky, po které je křivka text protažená. Pomocí protažení lze vytvářet různé trubky, drátky, tyče apod.
- Hyper NURBS – Slouží k jakémusi zaoblení a vyhlazení objektů, které jsou pod ním zařazeny. Bývá využíván např. u organických povrchů, jako je lidský obličej nebo třeba plynulý tvar kapoty auta, ale také u mnoha dalších modelů. Základní tvar daného objektu se nejprve vymodeluje nahrubo a teprve poté se vyhladí pomocí objektu hyperNURBS. HyperNURBS patří jednoznačně mezi nejvyužívanější nurbsové objekty vůbec.

Dále se dostáváme ke čtvrté ikoně, kde se nacházejí tzv. generátory. Z těchto generátorů je často využívána symetrie, která nám umožní modelovat pouze jednu stranu (jednu polovinu) nějakého objektu a jestliže dáme tento objekt jako podobjekt generátoru *Symetrie*, automaticky se vygeneruje z druhé strany stejný tvar objektu, který jsme vymodelovali. Po generátorech zde máme tzv. deformátory<sup>24</sup>, které mohou být využity ke změně (deformaci) nějakého primitiva. Poslední tři ikony se týkají scény. Třetí ikona od konce nám nabízí přidat do scény podlahu, oblohu či popředí a pozadí aj. Předposlední ikona se týká přidáním kamery do scény, která může být následně libovolně umístěna a upravena. Poslední ikona v této skupině se týká světla. Do scény tedy mohou být přidány různé druhy světla od klasického světla, kuželového světla až po plošné či vzdálené světlo.

#### 4. Levá paleta

Hned na prvním místě v této levé liště je jedna z nejdůležitějších ikon (příkazů), a sice převést objekt na editovatelný (neboli také na polygony). Vždy, když chceme nějaký objekt upravit (např. deformovat či použít nějakou vlastnost k úpravě), musíme objekt převést na polygony tímto příkazem. Zkratka pro tento příkaz je písmeno C podle anglického slova

<sup>23</sup> Může být takto vytvořen pomocí křivek např. nějaký džbán či váza příp. nějaký spirálovitý objekt.

<sup>24</sup> Mezi deformátory se nachází např. ohnutí, zkroucení, zakulacení, zúžení, zkosení či rozbití apod.

convert. Pod touto ikonou dále máme další příkazy a to ikonu krychličky, která reprezentuje možnost editace objektu k modelování či editace objektu k animaci. My se však budeme zabývat pouze první možností. V režimu editace objektu k modelování můžeme s daným objektem ve scéně hýbat, měnit jeho velikost či s ním rotovat. Jestliže ale chceme objekt jakkoli upravovat, tzn. upravovat jeho body či hrany, nebo také plochy na objektu, jsou k tomu zde tři speciální ikony, třetí až pátá. Pro rychlé přepínání mezi těmito třemi režimy slouží klávesa Enter. Dále zde máme poslední dvě ikony, kde předposlední ikona představuje editaci os objektu a poslední ikona umožní zapnout či vypnout přichytávání (např. přichytávat nově vytvářenou hranu k nějakému bodu). Ještě nebyla zmíněna ikona druhá, která reprezentuje možnost editace os mapování.

## 5. Správce objektů

Patří mezi nejdůležitější správce, jelikož jsou v něm umístěny veškeré objekty<sup>25</sup>, které máme ve scéně vloženy a se kterými pracujeme. Jakmile ve správci objektů vybereme jakýkoliv objekt, který zde máme, můžeme ho následně upravovat. V tomto správci také mohou být objekty řazeny pod jiné objekty. Tuto situaci můžeme chápat jako objekt rodič a objekt potomek, který získává vlastnosti a parametry objektu rodič. Objekty zde mohou být i seskupovány, kopírovány, přesouvány, přejmenovávány, přidávány do vrstev, vypínány či zapínány ve scéně nebo také mohou být schovány pro render nebo scénu pomocí dvou teček<sup>26</sup>, které se nacházejí vedle názvu objektu, a které mají tři stavy - barvy, a to červená (neviditelnost objektu), zelená (viditelnost objektu – vyřazení z hierarchie neviditelnosti) a šedá (výchozí stav – viditelnost). Vpravo nahoře v tomto správci máme čtyři ikony, začínající ikonou lupy. První ikona tedy slouží k vyhledávání objektů, druhá k zobrazení nějakého kořene z objektů, který zde máme, třetí ikona slouží k zobrazení a filtrování jednotlivých vlastností a typů objektů, které jsou momentálně ve správci objektů. Poslední ikona otevře nové okno správce objektů.

## 6. Správce nastavení

Tento správce je dalším důležitým správcem a nachází se pod správcem objektů. Je velmi důležitý v tom smyslu, že v sobě zahrnuje nastavení všeho co se v Cinemě nachází. Když například něco vybereme ve správci objektů, vidíme poté ve správci nastavení veškeré vlastnosti, informace a parametry tohoto vybraného objektu, které můžeme následně

---

<sup>25</sup> Jak hmotné objekty (krychle, křivky aj.) tak i nehmotné objekty (kamera, světlo).

<sup>26</sup> První tečka představuje viditelnost/neviditelnost objektu pro editor, druhá tečka představuje viditelnost/neviditelnost objektu pro render.

upravovat. Správce nastavení nám nezobrazuje pouze vlastnosti objektů, ale také vlastnosti veškerých příkazů, výběrů, definování textur atp. Můžeme např. v tomto správci nastavit vlastnosti výběrového nástroje či upravit parametry u aktuálně vybrané akce, kterou aplikujeme na daný objekt. Může se jednat o zkosení, vytažení, vyhlazení posunem či štětec, nůž, magnet aj. Všechny tyto akce mohou být tedy upraveny ve správci nastavení. Správce nastavení tedy poskytuje široké spektrum režimů, mezi kterými se může uživatel přepínat manuálně, ale většinou to není potřeba, jelikož správce nastavení automaticky rozpozná, v jakém režimu se nyní nacházíme v rámci vybraného objektu či příkazu atp.

## **7. Správce materiálů**

Tento správce obsahuje veškeré materiály, které jsou vytvořeny a následně obsaženy ve scéně. Dvojklikem do tohoto okna se vytvoří nový materiál, který může uživatel libovolně upravit dle svých představ ve správci nastavení nebo v samostatném okně, které se nazývá Editor materiálu. U materiálu může být upraveno nespočet jeho vlastností<sup>27</sup>. Jakmile je materiál kompletně přizpůsoben požadavkům uživatele, lze ho aplikovat na jakýkoliv objekt ve scéně. Aplikace je provedena tažením daného materiálu ze správce materiálu do správce objektů na daný objekt nebo tažením ze správce materiálu do editačního okna, kde se vyskytuje objekt, na který daný materiál chceme aplikovat. Materiály také mohou být kopírovány, smazány a v rámci materiálů mohou být použity také vrstvy.

## **8. Okno se souřadnicemi**

V tomto okně může uživatel manuálně nastavovat pozici, velikost příp. rotaci objektů v editačním okně nebo také os. Pozice může být nastavována lokálně či globálně. Jestliže budeme posunovat či jinak upravovat umístění objektů či os přímo v editačním okně, tyto změny se nám budou současně zobrazovat v tomto okně souřadnic.

## **9. Okno příkazů**

Tento seznam příkazů se objeví po kliknutí pravým tlačítkem myši do prostoru v editačním okně. Seznam příkazů je však odlišný v rámci aktuálně vybraného objektu či nějakého režimu. V příloze č. 1 tedy lze vidět seznam příkazů, které jsou k dispozici, jestliže je vybrán objekt, který je již převeden na editovatelný a v tomto stavu je vybrán režim editace polygonů. Jestliže by byl vybrán režim editace bodů či hran, tento seznam příkazů by byl opět odlišný. V našem případě zde vidíme různé příkazy jako je nůž, vyžehlení, přemostit, zkosení,

---

<sup>27</sup> Barva, jas, textura, svítivost, odrazivost, průhlednost, odlesk, záření aj.

vytažení atd. Pro všechny takovéto příkazy existují samozřejmě také zkratky. Je jich však poměrně mnoho, a proto by nemělo smysl je zde všechny vypisovat.

## **10. Okno s výběrem**

Jestliže uživatel použije v editačním okně klávesu „V“, zobrazí se jakoby takovýto pavouk nástrojů, ze kterého bývá nejčastěji používána právě možnost Výběr. Ve výběru se velmi často využívají příkazy Smyčka z hran či Prstenec z hran. Tyto příkazy jsou jakýmsi urychlením pro výběr více hran najednou. Uživatel tedy nemusí klikat a vybírat jednu hranu za druhou, ale vyberou se mu hrany ve smyčce či prstenci. Jestliže však chceme mít k dispozici tyto příkazy, které se týkají právě hran, musíme být aktuálně v režimu editace hran.

## **4.2 Postup tvorby modelů**

Konečně se dostáváme k samotnému vytvoření modelů. Předmětem tvorby bude kancelářská židle, viz obr. 4.1 společnosti FORM Design a kancelářský stůl Porto viz obr. 4.2 společnosti Design Outlet.

U modelování židle budeme vycházet z již vytvořeného avšak nepovedeného modelu, který je dostupný ke stažení na webovských stránkách FORM Design. Tyto modely, které jsou dostupné u jednotlivých produktů, však nejsou dobře vymodelovány a jsou značně špatně segmentované. Špatná segmentace židle je znázorněna v příloze č. 2. Celá židle je jaksi chaoticky segmentována - mnoha trojúhelníky či n-úhelníky. Segmentace má velký vliv na výslednou vizualizaci. Takto nepovedené či nedodělané modely by nemohly být následně prezentovány a nabízeny na webu 3D-banky. Proto je nezbytné plno modelů, samozřejmě na žádost společnosti FORM Design, přepracovat, aby vypadaly skutečně profesionálně a aby výsledná vizualizace vypadala i lépe, než samotné fotografie produktů. Často je však nezbytné modelovat pouze podle poskytnutých fotografií a rozměrů daného nábytku či jiných produktů. To bude případ stolu Porto, který bude modelován pouze na základě rozměrů a základní fotografie.





Obr. 4.1 Fotografie židle (Zdroj: <http://www.formdesign.cz/fermat-o-cuatro>)



Obr. 4.2 Fotografie stolu (Zdroj: <http://www.designoutlet.cz/pracovni-stul-se-skrinkou-porto>)

#### 4.2.1 Modelování kancelářské židle

Nyní se dostáváme k části, která se zabývá modelováním židle Fermato cuatro. Jak již bylo řečeno výše, postupovat budeme podle vzorového modelu, který je však vymodelován špatně. Model židle si tedy otevřeme v programu Cinema 4D a nově budeme vytvářet postupně jednotlivé části židle, tzn. opěrák, sedák, zadní nohy, přední nohy, zadní rozpěru, přední rozpěru a ostatní menší části.

Plno takovýchto částí, u většiny židlí či jiných modelů, jde modelovat různými způsoby. Tak například opěrák nebo sedák mohou být modelovány pomocí křivek a objektu ProtaženíNURBS nebo prostým přidáním primitiva krychle, jejíž velikost je nutno upravit a následně zařadit pod objekt HyperNURBS. I úprava tvaru samotné krychle je možná více způsoby, buďto pomocí deformátorů nebo různých příkazů či přidáním segmentace a následnou editací hran a bodů.

#### Zarovnání os

Osy objektu nebyly zarovnány správně, a proto bylo nezbytné je umístit na správné místo, aby se s modelem pracovalo lépe. Cílem tedy bylo umístit osy objektu přesně doprostřed židle a v ose Y je umístit na nejspodnější úroveň židle, tzn. na úroveň plastových krytek, které jsou nejnižší. Dále bylo snahou to, aby celá vzorová židle byla umístěna uprostřed celé scény. V příloze č. 2, v prvním obrázku, lze vidět vzorovou židli a její osy, které jsou nyní umístěny u pravé zadní nohy.

Zarovnání bylo provedeno na základě sedáku. Ten byl zkopírován ve správci objektů jako samostatný objekt, dále byla zvolena možnost *Zarovnání os* a nastaveno zarovnání podle přílohy č. 2. Po kliknutí na možnost *provést* bylo okno zavřeno. V tuto chvíli byly osy umístěny přesně uprostřed sedáku. Avšak osa Y směřuje horizontálně. Osa Y bylo tedy potřeba rotovat o 90°, aby osa Y směřovala nahoru, tak jak by správně měla.

Celou vzorovou židli bylo nyní potřeba umístit ve správci objektů pod nakopírovaný sedák. Dalším krokem byla změna režimu, a to na režim editace os, a ve správci souřadnic (v lokálních souřadnicích) nastavena pozice všech os na 0. Nyní jsou tedy osy celé židle zarovnány podle sedáku, tzn., že osy jsou nyní umístěny přesně uprostřed celého objektu.

Dalším krokem bylo umístění vzorové židle doprostřed celé scény. Stačilo pouze vybrat celou židli ve správci objektů a v lokálních souřadnicích nastavit pozici os X a Z na 0 (vypnutý režim editace os).

Aby osy byly na nejnižší pozici celého objektu (na zemi) a aby zároveň osa Y směřovala nahoru, byl proveden obdobný postup jako u zarovnání os podle sedáku. Osa Y byly pouze zarovnány podle krytek, které nejprve musely být také nakopírovány jako samostatný objekt. V příloze č. 2, na obrázku vpravo, je zobrazena židle a její osy ve správném umístění.

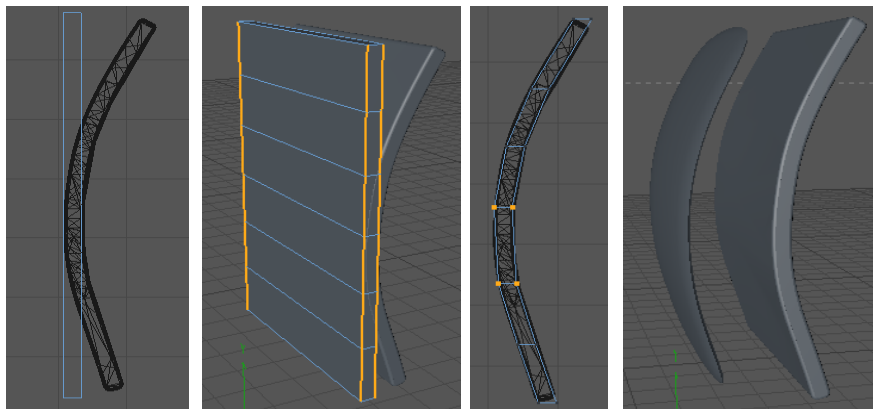
## Opěrák

Pro opěrák byla zvolena krychle. Bylo potřeba upravit její velikost podle vzorového opěráku. Aby byla velikost co nejpřesnější podle vzoru, byly pro to použity pohled zprava a přední pohled. V obr. 4.3 a) je zobrazen v pohledu zprava vzorový sedák (černě) a nově vytvořená krychle (modře), převedena již na polygony.

Dále bylo nezbytné přidat na vytvořenou krychli segmenty, jak je znázorněno na obr. 4.3 b). Pomocí nástroje *Prstenec z hran* byly označeny boční hrany na obou stranách (označené hrany svítí oranžově), poté byl použit příkaz *Vyjmout hrany* a bylo vytvořeno celkem pět hran. Díky těmto novým hranám již nebyl problém opěrák ohnout podle vzoru.

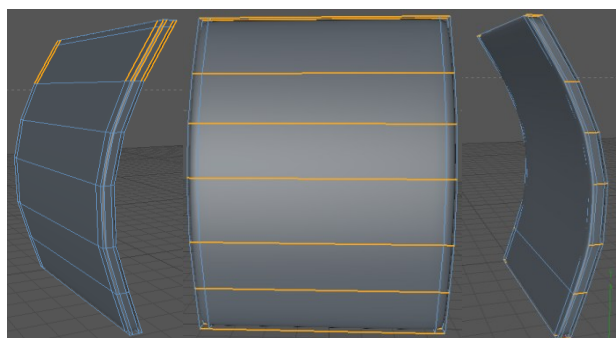
Ohýbání nového opěráku bylo provedeno v režimu bodů, kdy byly, pomocí výběrového nástroje do obdélníka, vybrány vždy dvojice bodů a pomocí *posunu* umístěny na vhodnější místo, co možná nejpřesněji podle vzorového opěráku. Tento krok je znázorněn rovněž na obr. 4.3 c).

Žádný takovýto opěrák nikdy nebude zcela hranatý, proto bylo nezbytné nově vytvořený opěrák umístit pod objekt *HyperNURBS*, díky čemuž se celý opěrák zakulatil. Tato skutečnost je znázorněna na obr. 4.3 d), jako poslední obrázek v pořadí.



Obr. 4.3 a) – d). Dílčí kroky modelování opěráku

Opěrák je však nyní oproti vzoru užší a celkově menší. Bylo proto nezbytné udělat další úpravy. Tvar celého opěráku byl přizpůsoben pomocí přidání nových hran, jak je znázorněno v obr. 4.4. Pomocí nástroje *Prstenec z hran* byly vybrány příslušné hrany, které zde svítí oranžově. Nejprve byly vybrány hrany horní boční a byla vytvořena, pomocí příkazu *Vyjmout hrany*, nová hrana nahoře opěráku. Současně musela být vytvořena hrana i dole. Na prostřední části obrázku jsou rovněž vybrány hrany, které svítí oranžově a nově vytvořeny hrany na obou stranách opěráku (zepředu i zezadu). V poslední části obrázku jsou vytvořeny hrany na bocích opěráku.



Obr. 4.4 Přidávání nových hran ve třech různých směrech

Na závěr bylo potřeba zkontrolovat vytvořený opěrák podle vzoru ve všech pohledech, ale převážně v pohledu zprava, kde bylo nezbytné ještě doladit horní a dolní hranu, které

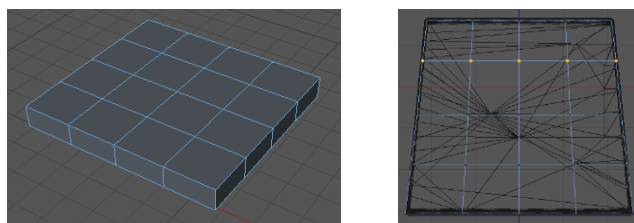
vyčnívaly ze vzorového opěráku. Úprava byla provedena opět pomocí výběru příslušných bodů a jejich posunutím. V příloze č. 3 je obrázek výsledného opěráku, na kterém je vidět příslušná vyhovující segmentace. Na tomtéž obrázku je vedle něj opěrák vzorový, který má segmentaci špatnou.

## Sedák

Sedák je vytvořen obdobně jako opěrák. Byla tedy opět vytvořena krychle, která se za pomoci pohledu zprava a předního pohledu přizpůsobila velikosti vzorového sedáku. Krychle se následně převedla na polygony, aby se na ní mohly provádět další potřebné úpravy.

Na krychli bylo dále zapotřebí vytvořit potřebný počet segmentů, aby se krychle následně mohla ohnout do tvaru vzorového sedáku. Nové hrany byly vytvořeny horizontálně a vertikálně, jak je znázorněno v obr. 4.5 a). Jelikož je vzorový sedák zúžený dozadu směrem k opěráku, bylo zapotřebí naši krychli taktéž zúžit. Ve vrchním pohledu, v režimu bodů, byly vybrány postupně jednotlivé řady bodů, které byly zmenšeny pomocí nástroj *Velikost*, viz obr. 4.5 b).

Dále se postupovalo obdobně jako u opěráku. Krychli bylo zapotřebí ohnout do tvaru sedáku, nejlépe v pohledu zprava. Ohýbání bylo prováděno obdobně jako u opěráku, opět pomocí výběru příslušných bodů, jak jsme mohli vidět v obr. 4.3 c). I sedák bylo nutno zaoblit a přizpůsobit konečnému tvaru vzorového sedáku. Jelikož je i náš sedák zařazen pod objekt *HyperNURBS*, byl nyní moc zakulacený a menší než sedák vzorový. V tomto kroku tedy byly přidány příslušné hrany, jak bylo znázorněno i u opěráku viz obr. 4.4. Nyní je již náš sedák tvarem kompletní a co se týče segmentace, můžeme jej porovnat se sedákem vzorovým v příloze č. 3. Nahoře je náš nově vytvořený sedák s vyhovující segmentací a pod ním je sedák vzorový, který má segmentaci velice špatnou.



Obr. 4.5 a), b) Dílčí kroky tvorby sedáku

## Zadní nohy

Postup modelování nohou byl odlišný od modelování našeho opěráku a sedáku. Byl zvolen způsob modelování pomocí křivek. Přesněji se jedná o křivku *B-spline*, se kterou se pracuje snadno, co se týče případné úpravy tvaru celé křivky pomocí jejích bodů. Přidáváním jednotlivých bodů byla celá boční strana vzorové židle jakoby obkreslena, jak je vidět na obr. 4.6 a). Vytvořená křivka slouží pouze jako určitá cesta, kterou bývá protahován profil. Profilem můžeme rozumět určitý výsledný tvar, kterým, v našem případě, bude noha židle. Noha židle má nejbližší ke kvádru. Profil je však pouze určitá křivka a nejbližší ke kvádru má křivka *obdélník*. Ten byl tedy vložen do správce objektů a rovněž tam byl vložen i objekt *ProtaženíNURBS*. *ProtaženíNURBS* zajistí, že náš obdélník bude protažen po naší vytvořené cestě (křivce). Nesmí se však zapomenout na správné umístění profilu a cesty. Profil i cesta musejí být zařazeny jako podobjekty objektu *ProtaženíNURBS* a jako první v pořadí musí být vždy profil a následně cesta. Díky *ProtaženíNURBS* vzniknul jakýsi ohnutý kvádr, který je znázorněn na obr. 4.6 b).

Celý tento ohnutý kvádr byl zúžen<sup>28</sup> a umístěn<sup>29</sup> na stejnou pozici jako je vzorová židle. Rovněž byl *obdélník* převeden na polygony, aby bylo možné celý kvádr zmenšovat pouze v určitých osách. Na obr. 4.6 c) je vidět, jak aktuálně vypadá naše vytvořená noha.

Celý objekt *ProtaženíNURBS* bylo nezbytné převést na polygony a následně provést další potřebné úpravy, jako je např. zaoblení hran a dále zajištění tzv. Phong stínování. Všechny hrany naší nohy musejí být zaoblené, jelikož žádný objekt v reálném světě není stoprocentně hranatý. Bylo nutné tedy vybrat všechny hrany, jak je znázorněno na obr. 4.6 d) a následně dát příkaz *Zkosení*. Nastavení *Zkosení* je znázorněno v obr. 4.6 e).

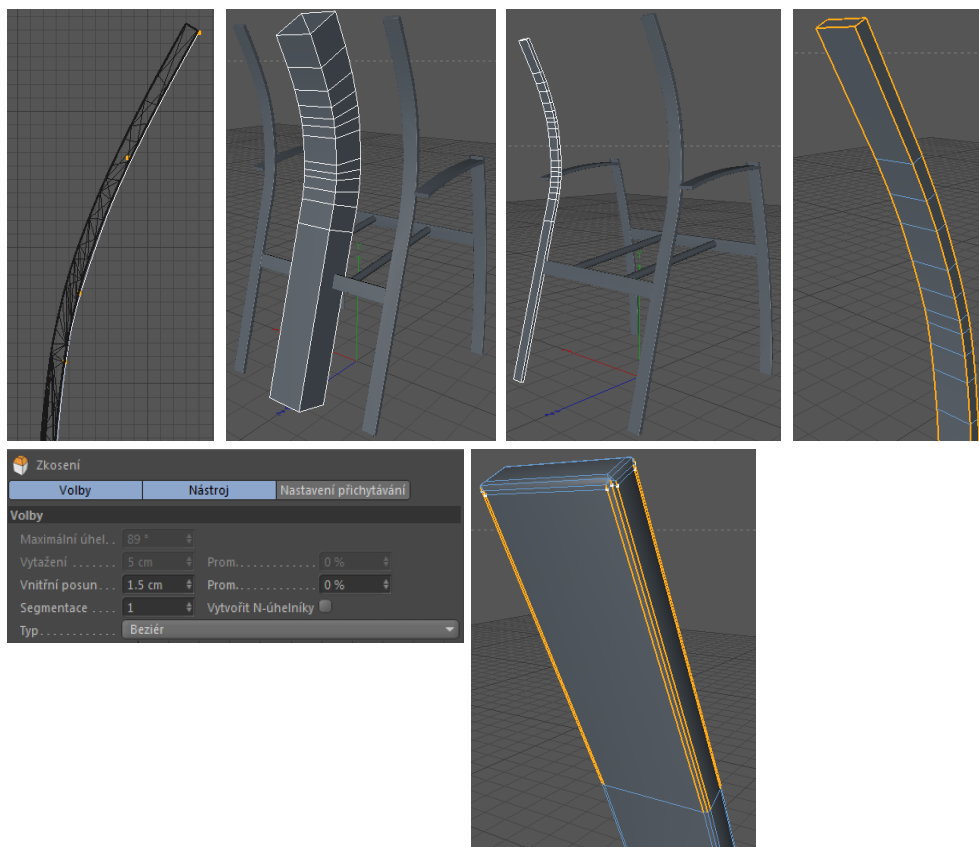
Velmi důležitý krok u většiny takovýchto tvarem hranatých objektů, je zajištění tzv. Phong stínování. Na první pohled to nemusí být patrné, ale při výsledné vizualizaci by mohly být na nohou židle viditelné jisté nepěkné stíny. Tyto nehodící se stíny vznikly tím, že je noha ohnutá a navíc bylo přidáno zaoblení. Zajištění Phong stínování se tedy provádí přidáním nových hran ve všech směrech, a to co možná nejvíce ke krajům. Na obr. 4.6 f) jsou vybrány hrany pomocí příkazu *Prstenec z hran* a rovněž lze vidět i nově vytvořenou hranu, která je vytvořena horizontálně a co nejvýš, resp. nejbliž k již vytvořené nejvnitřnější hraně. Stejný postup byl i u dolní části nohy. Další hrany rovněž byly přidány na bocích nohy a na přední a zadní straně nohy.

---

<sup>28</sup> Změna velikosti se provádí pouze u profilu.

<sup>29</sup> Pozice se mění pouze pomocí cesty.

Jelikož byla modelována pouze jedna noha, bylo potřeba ji umístit pod objekt *Symetrie*. Výsledek lze vidět v příloze č. 3.



Obr. 4.6 a) – f) Dílčí kroky tvorby zadní nohy.

## Přední nohy

Postup modelování předních nohou byl skoro stejný, jako u nohou zadních. Přední nohy jsou pouze kratší a méně ohnuté, tudíž práce na tvaru těchto nohou je jednodušší. Provedly se rovněž stejné postupy a úpravy, jako bylo zaoblení a zajištění Phong stínování u zadních nohou. Výsledné zadní nohy jsou také v příloze č. 3.

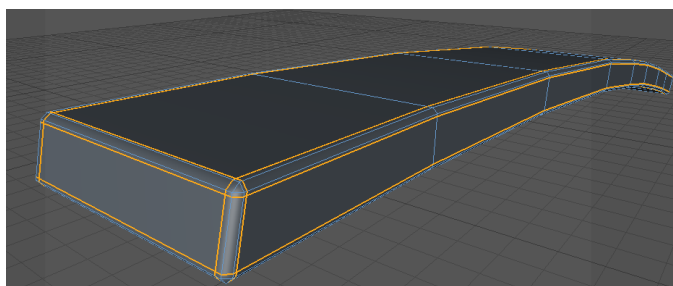
## Zadní a přední rozpěra, spojení mezi nimi pomocí tyček

Tyto části židle jsou nejjednodušší na vymodelování. Obě rozpěry byly vytvořeny pomocí *krychle*, která se zmenšila a zúžila podle vzorové rozpěry, mírně se natočila pomocí *Rotace*. Tyče mezi těmito rozpěrami byly vytvořeny pomocí jednoho *Válce*, který se rovněž přizpůsobil tvaru vzorové tyče. Jelikož jsou tyto tyče dvě, opět byla použita *Symetrie*. V příloze č. 3 je možné vidět výsledek těchto částí židle.

## Opěry na ruce

Postup modelování byl obdobný jako u nohou židle. Podél opěry byla vytvořena křivka *B-spline*, která měla sloužit jako cesta. Profilem byla opět křivka *Obdélník*. Obě tyto křivky se zařadily pod objekt *ProtaženíNURBS* a následně byly provedeny příslušné úpravy. Jakmile byla tvarem opěra shodná se vzorem opěry, provedlo se taktéž *Zkosení*, u kterého bylo nastavení takovéto: vnitřní posun s hodnotou 0,5 cm a segmentace s hodnotou 0. Po zkosení bylo ještě nezbytné zajistit Phong stínování přidáním dalších hran. Na obr. 4.7 je možné vidět již použité zkosení a rovněž zajištění Phong stínování. Nově přidané hrany svítí oranžově a jsou vybrány jako smyčky dokola.

Opěrky na židli jsou však dvojí. Teď byly vytvořeny opěrky, které jsou součástí celé kostry židle (nerezová konstrukce). Na židli se však vyskytují i opěrky na horní úrovni, které jsou dřevěné. Tyto dřevěné opěrky byly modelovány obdobně jako opěrky nerezové. Rozdíl byl pouze v jedné hraně, která byla zaoblena poměrně více, než hrany ostatní. Výsledné opěrky jsou opět zobrazeny v příloze č. 3.



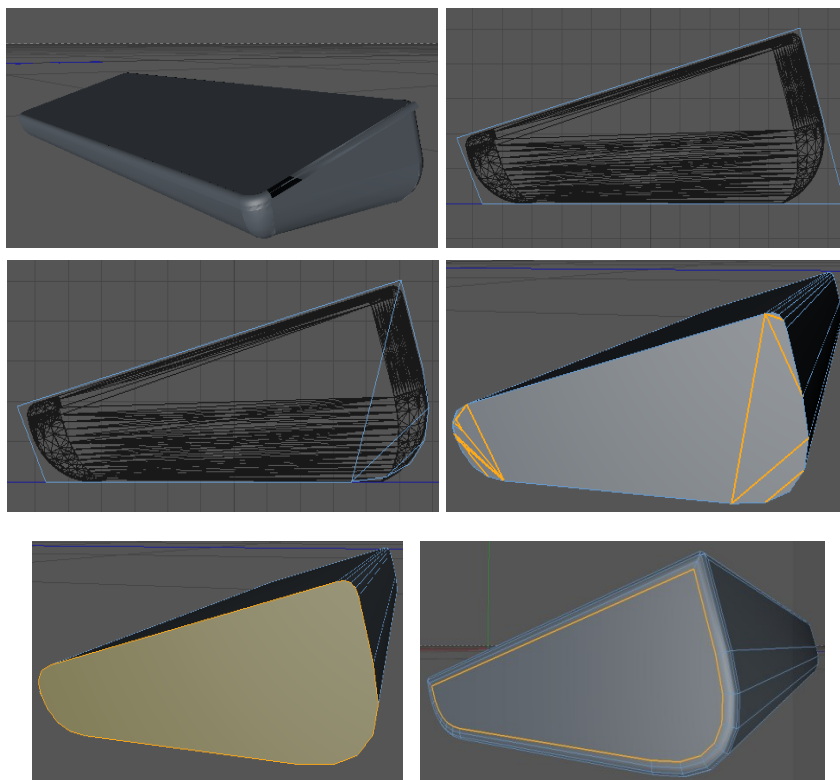
Obr. 4.7 Zkosení a zajištění Phong stínování

## Krytky

Snad na každé židli jsou jakési plastové krytky na spodní úrovni nohou židle. Je možné je vytvořit různými způsoby, v závislosti na druhu židle. Naše krytky byly vytvořeny pomocí krychle, jejíž tvar byl opět upraven podle vzorové krytky. Krytky u předních nohou a u zadních nohou jsou tvarem trochu odlišné. U krytky pro přední nohy byly pouze vybrány její boční a spodní hrany a zaobleny pomocí příkazu *Zkosení*. V příloze č. 3 je zobrazena vytvořená krytka pro přední nohy.

Postup modelování krytky u zadních nohou byl trochu složitější. Vzorová krytka není vodorovná, je mírně zešíkmená. Tzn., že krychle, na základě které byla krytka vytvářena, musela být ještě navíc upravena na přesný tvar vzorové krytky. Úprava tvaru byla provedena posunutím příslušných bodů. Dalším krokem bylo zapotřebí zaoblit příslušné hrany. Na obr.

4.8 a) je zobrazena vzorová krytka, u které je vidět, že některé hrany jsou zaobleny více, některé méně. Náš cíl byl obdobný, jelikož bylo snahou, aby se nově modelované krytky shodovaly se vzorem. Obr. 4.8 b) znázorňuje pohled zprava a je zde vidět již upravená krychle, která je zde označena modře. U krychle v takovémto tvaru se budou lépe zaoblovat příslušné hrany. Nejprve byla vybrána zadní dolní hrana v pohledu zprava a zaoblена co nejpřesněji podle vzoru, jak je vidět na obr. 4.8 c). Vnitřní posun byl zde nastaven na 3 cm a segmentace byla s hodnotou 4. Obdobně byly zaoblény i horní zadní hrana a obě přední hrany. Postupným zaoblováním těchto hran však vznikly na bocích krytky jisté n-úhelníky, viz obr. 4.8 d), které musejí být odstraněny, jelikož mohou způsobovat problémy při dalších úpravách. Byly tedy vybrány veškeré polygony na bočních stranách a použil se následně příkaz *Roztavit*. Tento příkaz zajistil, že z boční strany vznikl jeden jediný polygon, jak bylo zamýšleno, viz obr. 4.8 e). Jakmile byly všechny hrany zaoblény podle vzorové krytky, bylo opět nezbytné zajistit stínování Phong. Jelikož na bocích krytky nelze vybrat žádný prstenec z hran, aby se následně mohly vytvořit příslušné nové hrany, postupovalo se trochu odlišně. Byla vytvořena jedna smyčka na obou bocích krytky pomocí příkazu *Vytažení uvnitř*. Nově vytvořená smyčka je znázorněna na obr. 4.8 f). Zbylé hrany byly vytvořeny stejně, jak již bylo popsáno výše u předešlých částí židle. Výslednou krytku lze vidět v příloze č. 3.



Obr. 4.8 a) – f) Dílčí kroky tvorby krytky.



#### 4.2.2 Modelování kancelářského stolu

Jak již bylo zmíněno výše, tento stůl musel být modelován jen na základě poskytnutých rozměrů a fotografie. Bylo nezbytné kontaktovat společnost Design Outlet, aby poskytla detailní rozměry tohoto stolu potřebné k vymodelování, jelikož na webových stránkách byly k dispozici jen celkové rozměry stolu. Byly tedy zaslány tyto rozměry, na základě kterých mohlo být zahájeno modelování:

- Celkové rozměry stolu:      š. 120 x hl. 60 x v. 75 cm
- Stolová deska:              š 120 cm, tloušťka 5 cm
- Horní šuplík:                š. 26 x hl. 40 x v. 7 cm
- Spodní skříňka:            š. 26 x hl. 55 x v. 50 cm
- Podnož pod skříňkou:      š. 5 x hl. 58 x v. 10 cm
- Podnož na opačné straně: š. 5 x hl. 58 x v. 67 cm

#### Nízká a vysoká podnož

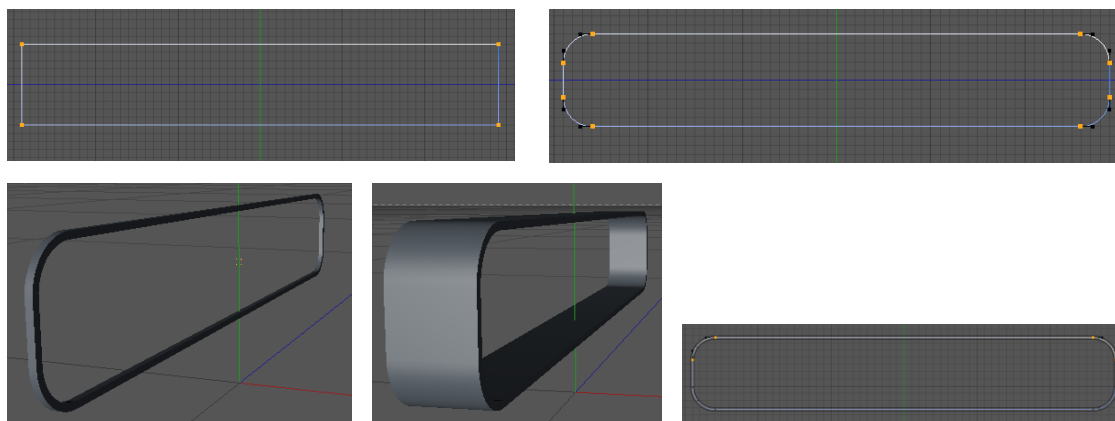
Obě podnože byly vytvořeny z obdélníků. Obdélník byl tedy vložen do správce objektů a ihned převeden na polygony. Pro nízkou podnož byl obdélník nastaven s rozměry v ose Y 10 cm a v ose Z 58 cm. Jakmile byly tyto rozměry nastaveny, přešlo se do režimu editace bodů a byly vybrány všechny čtyři body obdélníku, jak je znázorněno na obr. 4.9 a). Po vybrání bodů bylo nezbytné tyto hrany zaoblit, jelikož podnože jsou nahoře i dole zaobleny. Zaoblení bylo provedeno pomocí příkazu *Srazit*, kde poloměr byl nastaven na 3,12 cm, viz obr. 4.9 b).

Pro vytažení obdélníku do prostoru byl vytvořen objekt *ProtaženíNURBS*, pod který byl umístěn již vytvořený obdélník. Dále bylo nezbytné vytvořit ještě jeden totožný obdélník<sup>30</sup>, aby bylo možné realizovat protažení po těchto dvou křivkách/obdélnících. Obdélník, který byl vytvořen jako první, slouží jako cesta a druhý obdélník slouží jako profil. Po přidání druhého obdélníku a úpravou jeho velikosti vznikl takovýto tvar, viz obr. 4.9 c). Bylo tedy ještě nezbytné pomocí druhého obdélníku podnož rozšířit, resp. převést i druhý obdélník na polygony, aby bylo možno provést změnu velikosti pouze v určitých osách. Podnož byla rozšířena pomocí osy Y na 5 cm, viz obr. 4.9 d).

---

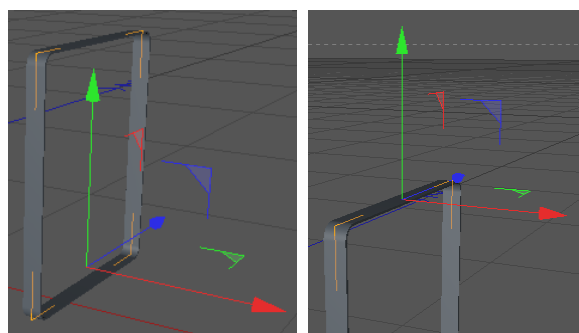
<sup>30</sup> Druhý obdélník byl umístěn jako první v pořadí pod objektem *ProtaženíNURBS*.

Tuto vytvořenou podnož stačilo pouze zkopírovat, posunout doprava a pomocí obdélníku, který byl vytvořen jako první, změnit výšku. U obdélníku byly vybrány horní body, jak je znázorněno na obr. 4.9 e). Tyto body byly posunuty pomocí nástroje *Posun* nahoru, aby výška podnože odpovídala 67 cm.



Obr. 4.9 a) – e) Dílčí kroky tvorby podnoží.

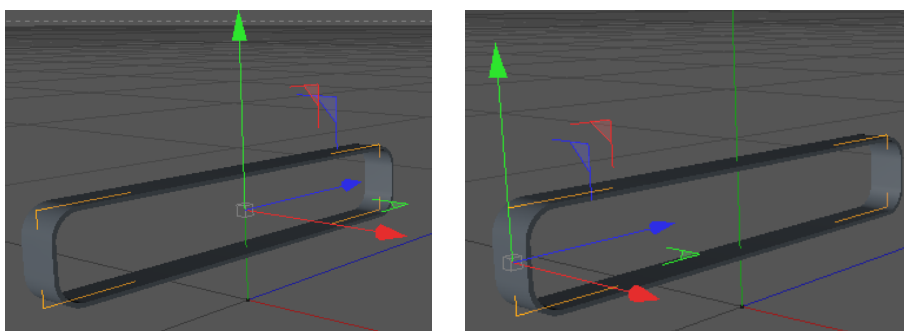
Jak u nízké tak u vysoké podnože nyní neseděly přesné rozměry výšky a hloubky. Je to z toho důvodu, že přesné rozměry byly zadány již při vytváření prvního obdélníku. Po vložení druhého obdélníku a objektu *ProtaženíNURBS* byla tloušťka podnože nastavena na hodnotu 0,5 cm. Tudiž výška nízké podnože je nyní 10,5 cm a hloubka 58,5 cm. Bylo tedy nezbytné snížit jak výšku, tak hloubku o 0,5 cm. Úprava podnože nemohla být provedena pouhou změnou velikosti pomocí nástroje *Velikost*, jelikož podnož je zaoblená a změna velikosti by kvůli zaoblení nebyla prováděna správně. Úprava proto byla provedena pomocí nástroje *Zarovnání os*. Nejprve byl vybrán obdélník (cesta) u vysoké podnože a v nástroji *Zarovnání os* byla osa Y zvýšena na 100%. Jak se změnilo umístění os, je znázorněno na obr. 4.10.



Obr. 4.10 Změna zarovnání os se zvýšením osy Y  
o 100%

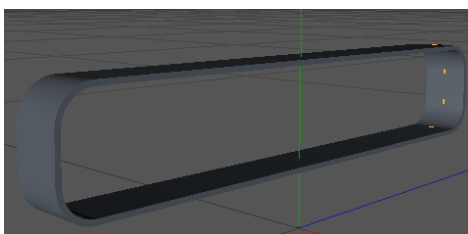
Nyní byly vybrány v režimu bodů všechny dolní body a poté byla v nástroji *Posun*, v záložce Modelační osy, nastavena osa Y na -100%. Tím byly zarovnány osy vybraných bodů a následně ve správci souřadnic byla Pozice v ose Y nastavena na -67 cm. To zajistilo výšku naší podnože na přesných 67 cm. Stejným způsobem byla změněna i výška u nízké podnože na příslušných 10 cm.

Změna hloubky podnoží byla provedena obdobným způsobem. Výška podnoží odpovídala ose Y, hloubka naopak odpovídá ose Z, kterou bylo nezbytné upravit. Úpravu hloubky si ukážeme na nízké podnoži. Nejdříve byla v možnosti *Zarovnání os* nastavena osa Z na -100% a tato změna je znázorněna na obr. 4.11. Osy objektu byly nyní umístěny na přední straně podnože.



Obr. 4.11 Změna zarovnání os se snížením osy Z o 100%.

Poté byly vybrány všechny body na druhé straně podnože, viz obr. 4.12, byl zvolen nástroj *Posun* a v tomto nástroji v záložce modelační osy byly osy nastaveny takto: X a Y 0%, Z 100%. Posledním krokem bylo nastavení pozice těchto bodů vůči osám objektu ve správci souřadnic. Jelikož hloubka podnože byla momentálně 58,5 cm, bylo nezbytné ve správci souřadnic snížit Pozici v ose Z o 0,5 cm. Stejným způsobem byla upravena i hloubka u vysoké podnože.



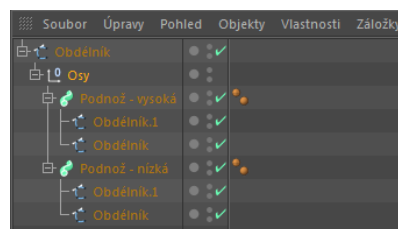
Obr. 4.12 Výběr bodů na nízké podnoži

## Zarovnání os celého objektu

Jelikož jsou podnože na nejnižší pozici stolu, budou osy celého našeho stolu zarovnány právě podle podnoží. Prvním krokem bylo zkopírování obdélníku (cesta) vysoké podnože jako samostatný objekt. Na základě tohoto obdélníku bylo v možnosti *Zarovnání os* nastaveno zarovnání osy Y na -100% a osy X a Z byly ponechány na hodnotě 0%. Dále bylo nezbytné umístit celý stůl (objekt osy) pod objekt Obdélník jak lze vidět na obr. 4.13. Jakmile byl stůl umístěn pod obdélník, bylo zapotřebí přepnout se do režimu editace os a ve správci souřadnic nastavit Pozici osy X a Z na hodnotu 0, ale osu Y na hodnotu -0,25 cm. To z toho důvodu, protože podnož má tloušťku 0,5 cm a stůl jsme zarovnávali podle obdélníku (cesty), který je umístěn uprostřed této tloušťky, což je 0,25 cm. Jestliže tedy byly osy celého stolu zarovnány podle obdélníku, tím pádem nebyl stůl umístěn přesně „na zemi“, proto hodnota osy Y na -0,25.

Nyní mohl být stůl (objekt osy) opět přesunut zpět z nadřazeného obdélníku a obdélník smazán. Ještě bylo nezbytné zarovnat celý stůl, resp. jeho osy doprostřed celé scény. Byl tedy zrušen režim editace os a ve správci souřadnic, v globálních souřadnicích, byly pozice všech os nastaveny na hodnotu 0 cm.

Posledním krokem bylo umístění obou podnoží přesně „na zem“ naší scény. U obdélníku (cesta), u obou podnoží, bylo nastaveno zarovnání os u X a Z na 0% a Y na -100%. Osy obdélníků byly nyní zarovnány na nejnižší pozici, která je však od „země“ 0,25 cm. Ve správci souřadnic bylo nezbytné nastavit posun obdélníků v ose Y na 0,25 cm. Podnože jsou tedy umístěny na správném místě.



Obr. 4.13 Správce objektů

## Deska

Deska stolu byla vytvořena pomocí krychle s přesnými rozměry, které byly poskytnuty. Důležitým krokem bylo zaoblení přední a zadní horní hrany opět pomocí příkazu *Zkosení*. Úhel zaoblení nám poskytnut společností nebyl. Vycházelo se tudíž pouze z fotografie. Pocitově bylo *Zkosení* nastaveno přibližně takto: Vnitřní posun 4,6 cm a počet segmentů 8. Typ zkosení Bézier.

## Šuplík a skříňka

Tyto části byly taktéž vytvořeny z krychle. U šuplíku byla nastavena výška 7 cm a šířka 26 cm. U skříňky (dvířek) byla nastavena výška 50 cm a šířka taktéž 26 cm. Poskytnuta byla i hloubka, ale ta je pro účely modelování zbytečná, jelikož model jako takový jde vidět pouze z vnějšku, tudíž je zbytečné modelovat i hloubku šuplíků či skříněk a dalších podobných věcí. Podle fotografie byly pouze vidět vyčnívající hrany zásuvky a dvířek a to bude považováno jako hloubka. Podle fotografie stolu bylo usouzeno, že hloubka zásuvky a dvířek by mohla být 1,5 cm.

Dále bylo z fotografie patrné, že šuplík a skříňka jsou umístěny v jedné velké skříňce, která byla vymodelována zvlášť s rozměry: v. 60 cm, hl. 58,5 cm a š. 26 cm. Víme, že stůl je celkově vysoký 75 cm. Výška celé skříňky byla tudíž vypočítána na základě výšky nízké podnože, skříňky, šuplíku, mezerami mezi šuplíkem a dvířkami a stolové desky. Co se týče mezery mezi šuplíkem a dvířkami, byla nastavena na 0,6 cm.

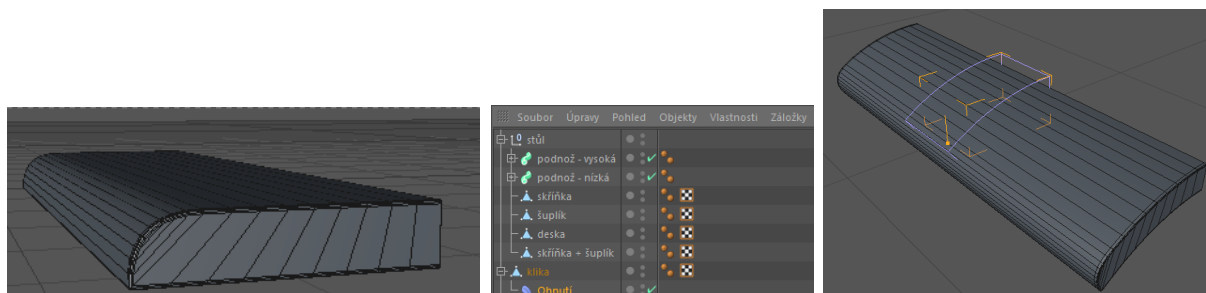
Možná není zřejmé, proč byla nastavena hloubka u skříňky 58,5 cm, když rozměr celé skříňky poskytnut nebyl. Hloubka byla odvozena z celkové hloubky stolu, která byla 60 cm. Na fotografii je patrné, že celá skříňka je stejně hluboká jako stolová deska, tudíž jak stolová deska, tak i skříňka jsou hluboké 60 cm. Skříňka má však tuto hloubku včetně vyčnívajícího šuplíku a dvířek, které jsou hluboké 1,5 cm. Proto hloubka skříňky 58,5 cm.

## Úchytky na šuplíku a dvířkách

Úchytky byly opět vytvořeny z krychle. Rozměry úchytů nám poskytnuty nebyly a z fotografie ani není moc patrné, zda jsou úchytky rovné nebo mírně ohnuté směrem dolů. Podle vlastního uvážení byly úchytky vytvořeny s takovýmto zkosením, viz obr. 4.14 a) a s rozměry: v. 0,5 cm, š. 8,7 cm a hl. 2,25 cm.

Dále bylo rozmyšleno, zda úchytky mají být ohnuté nebo ponechány takto. Bylo rozhodnuto pro ohnutí, a to bylo vytvořeno pomocí deformátoru *Ohnutí*. Deformátor musí být vždy umístěn pod objektem, který má být deformován. Tuto skutečnost lze vidět na obr. 4.14 b). Deformátor je jakýmsi způsobem samostatný objekt, který však není samostatně nijak viditelný. Pouze vykonává danou vlastnost deformování na příslušném nadřazeném objektu. V editačním okně je deformátor viditelný pouze jako určitá ohraničená oblast, ve které musí být nadřazený objekt (nebo jen jeho určitá část), který má být deformován, umístěn. Na obr. 4.14 c) je možné vidět již vytvořený deformátor, který je zmenšený a umístěný doprostřed úchytky. Úchytka je již pomocí deformátoru ohnutá. Ohnutí se provádí buďto numericky

v nastavení deformátoru nebo také nepřesně pomocí oranžové tečky, která je taktéž na obrázku vidět.



Obr. 4.14 a) – c) Tvorba úchytky.

Naše vytvořená úchytka byla umístěna na pravý kraj zásuvky. Úchytky jsou na stole celkem dvě, a proto byla vytvořená úchytka pouze zkopírována (včetně deformátoru) a umístěna na kraj dvířek skříňky.

### Finální úpravy

Zatím byly čistě vytvořeny veškeré části stolu, jejichž většina hran není zaoblených. Jak již bylo řečeno, žádný objekt reálného světa není zcela stoprocentně hranatý. Proto bylo nezbytné mírně zaoblit zcela všechny hrany na všech částech stolu, které ještě zaobleny nebyly. Tzn. boční a spodní hrany na stolové desce, hrany na šuplíku, skříňce, podnožích a úchytkách. Zaoblení bylo provedeno opravdu pouze mírně se segmentací 0. Po zaoblení bylo ještě nezbytné zajistit Phong stínování vytvořením nových hran, stejným způsobem jako u jednotlivých částí již vytvořené židle.

Model židle a celého stolu je k nahlédnutí v příloze č. 4. V této příloze jsou obsaženy modely, které byly rychle vyrenderovány bez textur a jakéhokoli nastavení a úprav renderingu.

Co se týče textur, bylo nezbytné si na webových stránkách Form Design a Design Outlet přečíst, z jakého materiálu jsou jednotlivé části židle a stolu. Veškeré textury byly poskytnuty z dostupných knihoven, které využívá Jan Šafařík také pro své modely na 3D-banku. Výsledná vizualizace byla provedena pluginem Vray, který je plně integrovaný do programu Cinema 4D. Jan Šafařík poskytl plugin s již nastavenými vlastnostmi a možnostmi renderingu, které sám běžně využívá pro renderování svých modelů pro 3D-banku. Výsledné vizualizace modelů jsou obsaženy v příloze č. 5.

### 4.3 Srovnání způsobů modelování židle a stolu

Židle byla modelována na základě již vytvořeného modelu, který sloužil jako jakýsi vzor pro následné modelování. Židle musela být nově vytvořena, jelikož vzorová židle měla velmi špatnou segmentaci a některé části židle byly špatně vymodelované<sup>31</sup>.

Stůl byl naopak modelován jen na základě poskytnutých rozměrů jednotlivých částí stolu a na základě dvou fotografií dostupných na webových stránkách společnosti.

**Výhodou** u modelování židle byl fakt, že byla svým způsobem modelována co nejpřesnější kopie podle vzorového modelu. Sedák, opěrák a všechny ostatní části byly přesně ohnuty, natočeny či zaobleny na základě jednotlivých vzorových částí. Kdyby k této židli nebyl poskytnut vzorový model, ale např. pouze rozměry jednotlivých částí a fotografie židle z různých úhlů, modelovalo by se to značně hůře, jistě i déle a mohlo by se navíc stát, že v některých místech by model nemusel být vymodelován tak přesně, jak by měl být. **Nevýhodou** modelování židle, ve srovnání s modelováním stolu, byla skutečnost, že židle byla značně složitější, co se týče jejích jednotlivých částí. U židle bylo využito více příkazů a nástrojů a modelování zabralo v přepočtu více času, než následné modelování stolu.

**Výhodou** modelování stolu bylo určitě to, že byl oproti židli značně jednodušší, co se týče tvaru jednotlivých částí a vlastně i tvaru celého stolu. Jelikož však byly ke stolu poskytnuty jen základní rozměry jednotlivých částí, muselo se v jistých chvílích rozmýšlet, jak zhruba to, či ono má být přesně vymodelováno, zaoblono či umístěno. Byla značná **nevýhoda**, že ke stolu nebyly poskytnuty detailnější údaje a rozměry, aby mohl být stůl vymodelován stoprocentně podle originálu. Nebylo například poskytnuto přesné umístění podnoží pod stolovou deskou, zaoblání podnoží či stolové desky, mezery mezi stolovou deskou, šuplíkem a dvířky, nebo také rozměry a úhel zaoblání úchytek. Tyto všechny části musely být vymodelovány pouze pocitově, dle vlastního uvážení, na základě fotografií. Jelikož byly tedy poskytnuty pouze rozměry, často bylo nutné vypočítávat přesné umístění jednotlivých částí stolu. Vždy, když se potřebovalo něco změnit, přizpůsobit či přesně umístit, hrálo v tom roli vypočítávání či dopočítávání hodnot. Nebyla to samozřejmě složitá matematika, spíše se jednalo o logické zvažování, jak to, či ono má být umístěno.

Jestliže se shrnou veškeré výhody a nevýhody, může se dojít k závěru, že oba způsoby modelování byly dost vyvážené. Kratší dobu modelování však zabral stůl, jelikož měl méně částí a byl tvarem jednodušší.

---

<sup>31</sup> Jako např. špatné či nesouměrné zaoblání, chybějící polygony v určitých místech apod.

## 5 Závěr

Bakalářská práce je tematicky zaměřena na počítačovou grafiku, přesněji na trojrozměrnou grafiku a trojrozměrné modelování.

Hlavním důvodem, díky kterému je práce takto zaměřena, je předmět Zpracování grafické informace. Na základě něj jsou rovněž v práci využity poznatky, získané během studia. Ačkoliv byl tento předmět zaměřen převážně na obecné pojmy počítačové grafiky a 2D grafiku, nebránila jsem se v práci tento směr rozšířit o něco hlouběji.

Práce je rozdělena do několika kapitol, které odpovídají teoretické části a části praktické. V teoretické části jsou popsány nejprve základní pojmy počítačové grafiky, ze kterých se postupně odvíjejí pojmy týkající se trojrozměrné grafiky. V práci je rovněž objasněno, v čem se 3D grafika shoduje s 2D grafikou a z těchto poznatků lze dojít k závěru, že 3D grafika je v určitých směrech pouhým rozšířením 2D grafiky.

V další části práce je představena 3D-banka, jejímž smyslem je nabídka 3D modelů nábytku prostřednictvím webové stránky jakožto e-shopu. Praktická část je poté zaměřena na tvorbu dvou modelů vytvářených v programu Cinema 4D. Před samotným modelováním je program Cinema 4D popsán na základě získaných znalostí během zpracování této bakalářské práce.

Hlavním cílem práce bylo vymodelovat modely nábytku, které budou následně vloženy na webovou stránku 3D-banky. Jako první je v práci vymodelována židle, u které je sepsán postup celé tvorby. Druhým modelem je stůl, u kterého je rovněž zpracován postup jeho tvorby. Po vytvoření těchto dvou modelů následuje srovnání způsobů jejich tvorby, kdy se došlo k závěru, že modelování stolu bylo jednodušší a z časového hlediska kratší.

Na základě postupného vypracovávání této bakalářské práce jsem získala mnoho nových znalostí v oblasti 3D grafiky a modelování. Seznámila jsem se s 3D programem, který byl pro mě zcela novou záležitostí, a pomocí něj jsem následně vytvořila modely. Cíle mé bakalářské práce, které byly v úvodu stanoveny, byly splněny.



## Seznam použité literatury

### Tištěné zdroje

- [1] ŽÁRA, Jiří, Bedřich BENEŠ, Jiří SOCHOR a Petr FELKEL. *Moderní počítačová grafika*. 2. vyd. Brno: Computer Press, 2004. ISBN 80-251-0454-0.
- [2] ROUBAL, Pavel. *Počítačová grafika pro úplné začátečníky*. Brno: Computer Press, 2003. ISBN 80-7226-896-1.
- [3] TŮMA, Tomáš. *Počítačová grafika a design: průvodce začínajícího grafika*. Brno: Computer Press, 2007. ISBN 978-80-251-1784-2.
- [4] NAVRÁTIL, Pavel. *Počítačová grafika a multimédia*. Kralice na Hané: Computer Media, 2007. ISBN 80-86686-77-9.
- [5] KALBAGOVÁ, Asha. *Jak na to: Počítačová grafika a animace*. Bratislava: Priroda, 2001. ISBN 80-07-00661-3.
- [6] KOLCUN, Alexej. *Počítačová Grafika – Algoritmy a Principy*. Ostrava, 2009. Studijní materiály. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta ekonomická, Katedra systémového inženýrství.
- [7] KOENIGSMARCK, Arndt von. *Cinema 4D R10: Praktický výukový kurz*. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-2056-9.
- [8] ZOCH, P., P. BABB, R. BARRET, A. GOLDSMITH a A. MATTHEW. *Cinema 4D: Release 6*. Brno: Computer Press, 2004. ISBN 80-251-0001-4.

### Internetové zdroje

- [9] KOLDA, Jiří. *Jiří Kolda - portfolio* [online]. 29.11.2007 [cit. 2013-02-12]. Dostupné z: [http://kolda-design.ic.cz/referat\\_PVM\\_rendering.pdf](http://kolda-design.ic.cz/referat_PVM_rendering.pdf).
- [10] ZELENÝ, Jan. *Pojmy používané v počítačové grafice* [online]. 18.11.2006 [cit. 2013-02-14]. Dostupné z: [http://monade.cz/item.php?item=10#odk\\_Z](http://monade.cz/item.php?item=10#odk_Z).
- [11] *Kaustika – Wikipedie* [online]. 02.07.2012 [cit. 2013-02-14]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Kaustika>.

- [12] KRAUS, Josef. *Nejlepší bezplatný program pro 3D modelování – Živě.cz* [online]. 27.5.2012 [cit. 2013-03-30]. Dostupné z: <http://www.zive.cz/clanky/nejlepsi-bezplatny-program-pro-3d-modelovani/sc-3-a-163845/default.aspx>.
- [13] *Informace o firmě* [online]. © 2013 [cit. 2013-03-30]. Dostupné z: <http://www.cinema4d.cz/firma/>.
- [14] *Srovnání verzí programu CINEMA 4D* [online]. © 2013 [cit. 2013-03-30]. Dostupné z: <http://www.cinema4d.cz/produkty/maxon/cinema-4d/srovnani-verzi.aspx>.
- [15] *Licence pro učitele a studenty* [online]. © 2013 [cit. 2013-03-30]. Dostupné z: <http://www.cinema4d.cz/licence/maxon/edu/student-teacher.aspx>.
- [16] *Paul Heckbert – Biography* [online]. © 1990-2013 [cit. 2013-03-31]. Dostupné z: <http://www.imdb.com/name/nm0373014/bio>.
- [17] ŠAFAŘÍK, Jan. *Ceny vizualizací a 3D modelování – Projekce Šafařík* [online]. 2013 [cit. 2013-04-26]. Dostupné z: [http://www.projekce-safarik.cz/?page\\_id=340](http://www.projekce-safarik.cz/?page_id=340).
- [18] *Fermato Cuatro – FORM Design* [online]. © 1991-2009 [cit. 2013-04-23]. Dostupné z: <http://www.formdesign.cz/fermato-cuatro>.
- [19] *Pracovní stůl kancelářský se skříňkou Porto* [online]. © 2008-2013 [cit. 2013-04-23]. Dostupné z: <http://www.designoutlet.cz/pracovni-stul-se-skrinkou-porto>.

## Seznam zkratek

2D – dvoudimenzionální, dvourozměrný

3D – trojdimenzionální, trojrozměrný

aj – a jiné

atd. – a tak dále

CAD – Computer Aided Design

cca – circa

cm - centimetr

CMYK – Cyan, Magenta, Yellow, Key

hl. - hloubka

HLS – Hue, Lightness, Saturation

HSV – Hue, Saturation, Value

Kč – Koruna česká

např. - například

Obr. - obrázek

resp. – respektive

RGB – Red, Green, Blue

sci-fi – science fiction

š. - šířka

tzv. – takzvaný

v. - výška

## Prohlášení o využití výsledků bakalářské práce

Prohlašuji, že:

- jsem byla seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, bakalářskou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 10. května 2013



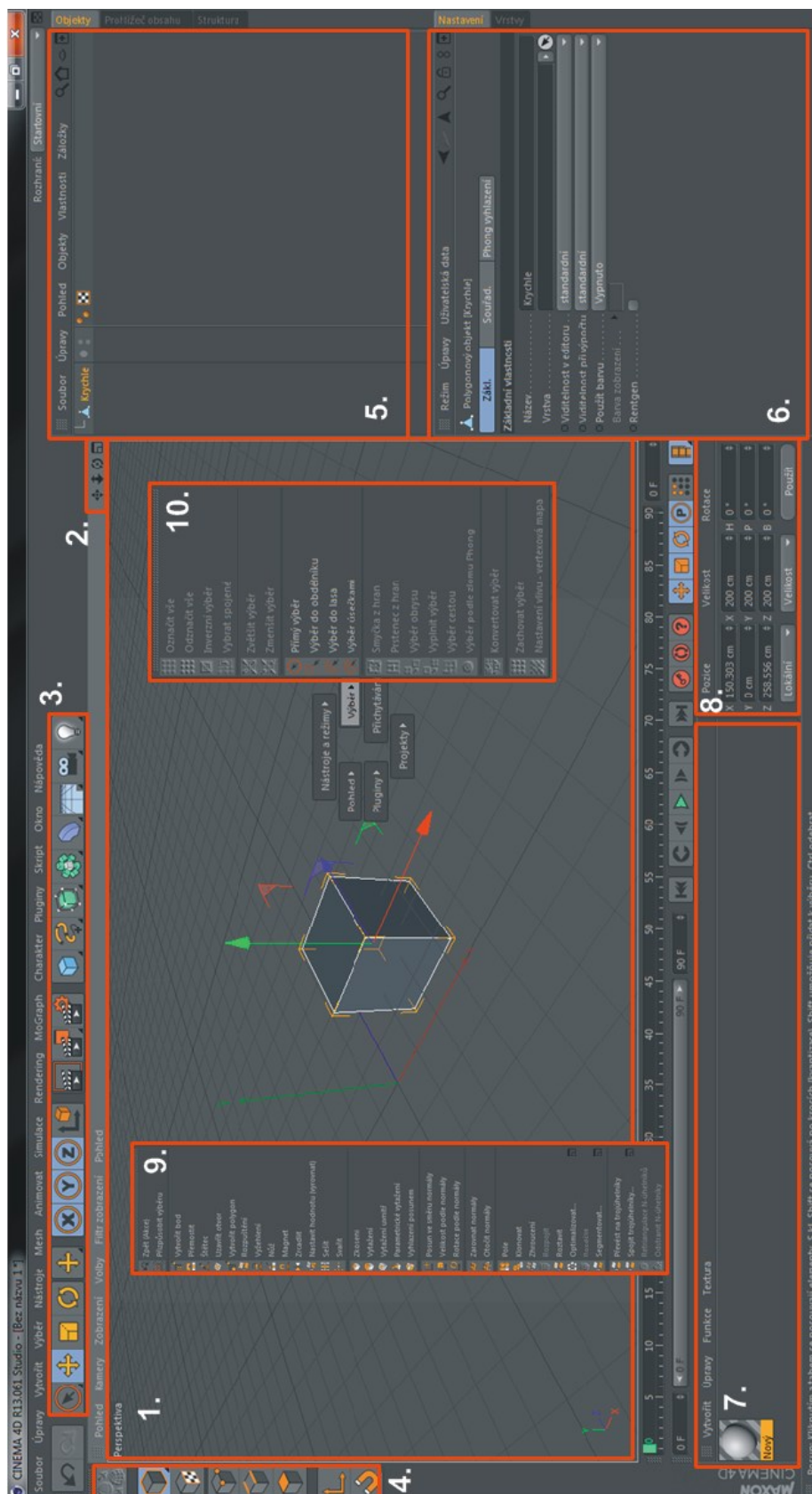
Jana Hovězáková

## **Seznam příloh**

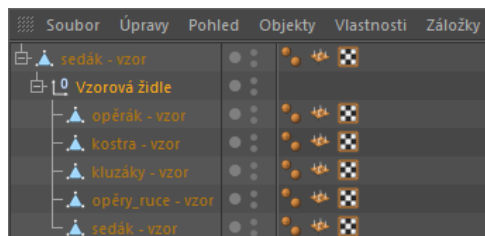
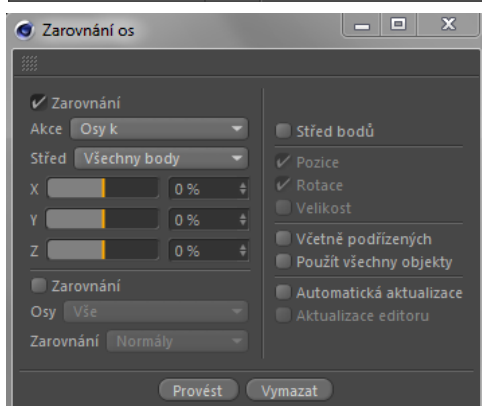
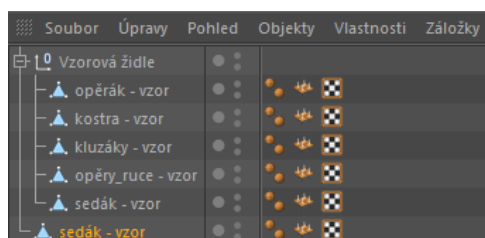
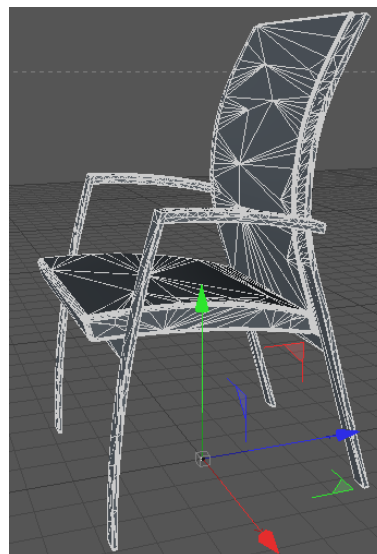
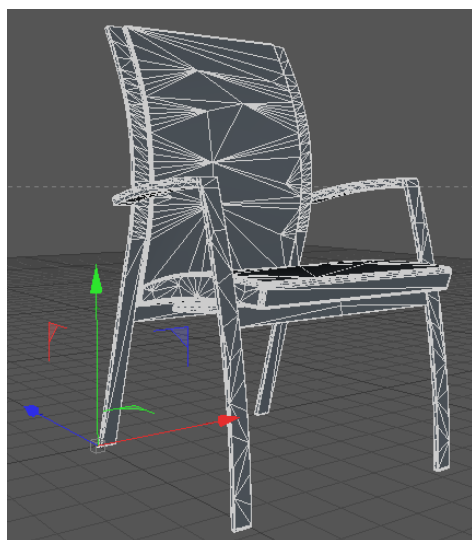
- Příloha č. 1:** Ukázka spuštěného programu Cinema 4D a jeho rozdělení do částí
- Příloha č. 2:** Zarovnání os před samotným modelováním (vlevo: výchozí stav os židle a postup, vpravo: konečný stav os židle)
- Příloha č. 3:** Jednotlivé vytvořené části židle (modře jsou označeny části vzorové židle, bílé jsou nově vytvořené části)
- Příloha č. 4:** Model vytvořené židle a stolu (jednoduchý rendering)
- Příloha č. 5:** Výsledná vizualizace modelu židle a stolu

# Přílohy

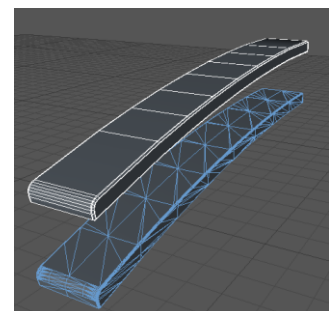
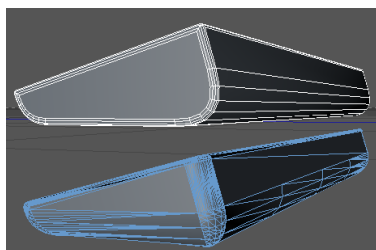
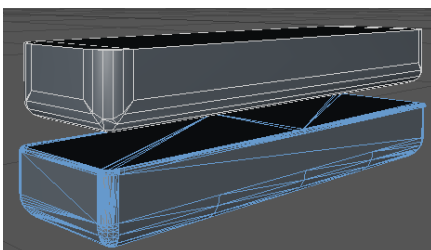
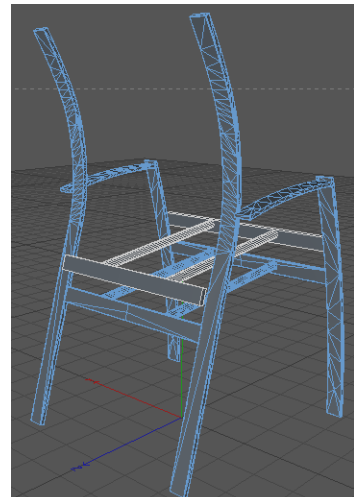
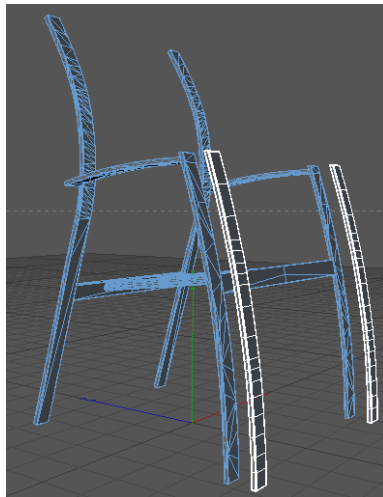
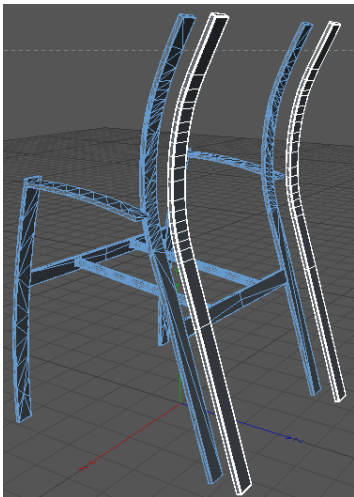
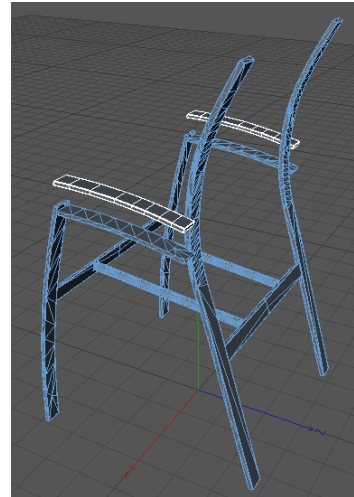
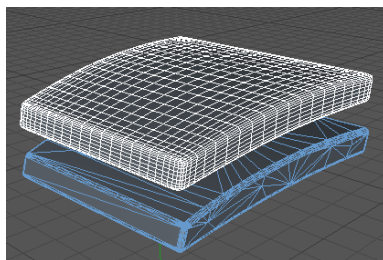
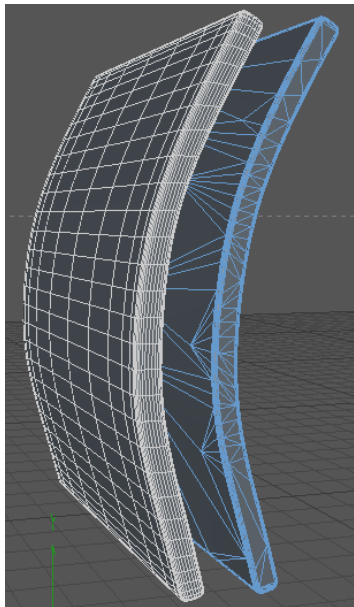
## Příloha č. 1: Ukázka spuštěného programu Cinema 4D a jeho rozdělení do částí



**Příloha č. 2:** Zarovnání os před samotným modelováním (vlevo: výchozí stav os židle a postup, vpravo: konečný stav os židle)



**Příloha č. 3:** Jednotlivé vytvořené části židle (modře jsou označeny části vzorové židle, bílé jsou nově vytvořené části)





**Příloha č. 4:** Model vytvořené židle a stolu (jednoduchý rendering)



**Příloha č. 5:** Výsledná vizualizace modelu židle a stolu

